

LUCINEIDE RODRIGUES DA SILVA

**METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO LÉXICO DE  
GESTOS: UM ESTUDO DE CASO DE MUSEU VIRTUAL  
EM UMA COMUNIDADE SURDA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>Laura Sánchez García

Co-Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva

CURITIBA

2013

LUCINEIDE RODRIGUES DA SILVA

**METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO LÉXICO DE  
GESTOS: UM ESTUDO DE CASO DE MUSEU VIRTUAL  
EM UMA COMUNIDADE SURDA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>Laura Sánchez García

Co-Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva

CURITIBA

2013

LUCINEIDE RODRIGUES DA SILVA

**METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO LÉXICO DE  
GESTOS: UM ESTUDO DE CASO DE MUSEU VIRTUAL  
EM UMA COMUNIDADE SURDA**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de  
Mestre no Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade  
Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>Laura Sánchez García  
Departamento de Informática, UFPR

Co-Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva  
Departamento de Informática, UFPR

Prof. Dr. Andrey Ricardo Pimentel  
Departamento de Informática, UFPR

Prof. Dr. Lucas Ferrari de Oliveira  
Setor de Educação Profissional e Tecnológica,  
UFPR

Curitiba, 05 de Setembro de 2013

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR</b>	<b>4</b>
2.1 Ambientes de Interface e Interação Naturais . . . . .	4
2.2 Design de Sistemas Centrado no Usuário . . . . .	6
2.3 Interação Gestual . . . . .	8
2.4 Usabilidade em Sistemas Gestuais . . . . .	10
<b>3 SISTEMAS DE INTERAÇÃO GESTUAL</b>	<b>13</b>
3.1 Sistemas de Interação Gestual Desenvolvidos com o Kinect . . . . .	13
3.2 Metodologias para a Criação de Vocabulário de Gestos . . . . .	15
<b>4 METODOLOGIA PARA A DEFINIÇÃO DO VOCABULÁRIO DE GESTOS</b>	<b>20</b>
4.1 Metodologia Proposta . . . . .	20
4.1.1 Redução das Ações . . . . .	21
4.1.2 Criação do Vocabulário . . . . .	21
4.1.3 Validação do Vocabulário . . . . .	22
4.2 Estudo de Caso com a Comunidade Surda . . . . .	23
4.2.1 Planejamento do Experimento Envolvendo Objetos Físicos . . . . .	23
4.2.2 Execução do Experimento Envolvendo Objetos Físicos . . . . .	25
4.2.3 Análise dos Vídeos do Experimento com Objetos Físicos . . . . .	28
4.2.4 Planejamento do Experimento da Validação do Vocabulário de Gestos	32
4.2.5 Execução do Experimento de Validação do Vocabulário de Gestos .	35

4.3 Conclusões e Trabalhos Futuros . . . . .	37
A QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO POR PARTE DO USUÁRIO.	41
B QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO POR PARTE DO RESPONSÁVEL PELO EXPERIMENTO.	45
C TERMO DE CONSENTIMENTO.	46
D ROTEIRO COM AS INFORMAÇÕES FORNECIDAS AO PARTICI- PANTE.	48
BIBLIOGRAFIA	54

## RESUMO

A pesquisa descrita neste trabalho destina-se a criação de uma interface de gestos para um museu virtual 3D desenvolvido por um grupo de pesquisa em Processamento de Imagem. A fim de assegurar a adequabilidade dos resultados no tocantes à Interação Humano Computador e, em particular ao caráter genuinamente natural do vocabulário a ser proposto, o grupo se juntou a um grupo Interação Humano Computador que trabalhou durante sete anos com foco na inclusão social e no desenvolvimento de comunidades surdas.

Neste contexto , a pesquisa investigou o estado da arte na pesquisa sobre interação natural e criação de vocabulário de gestos em literatura relacionada e propôs o estudo de caso em uma escola bilíngüe (Língua Brasileira de Sinais e escrita Português) para crianças surdas.

O trabalho relata os resultados de alguns trabalhos especialmente relevantes da literatura e descreve o processo de desenvolvimento e validação do vocabulário de gestos. Como principais contribuições da pesquisa, a adição de um estado anterior - a observação de potenciais usuários interagindo com o cenário físico que motiva usos virtuais inovadores - para o processo de um conhecido autor e a exemplificação de uma forma alternativa de trazer potenciais usuários para o fase de definir os gestos certos para o vocabulário. Finalmente, são estabelecidas as limitações dos resultados e propostas futuras pesquisas.

## ABSTRACT

The research described in this work aimed at creating a gesture interface for a 3D virtual museum developed by a research group of Image Processing. To ensure the adequacy of the results in safeguarding the Human Computer Interaction and, in particular the genuinely natural character of the vocabulary being proposed, the group joined to a Computer Human Interaction group that has worked for seven years focusing the social inclusion and development of Deaf Communities.

In this context, the research investigated the state-of-the-art of research on natural interaction and gestures vocabulary creation in related literature and placed the case study at a bilingual school (Brazilian Sign Language and written Portuguese) for deaf children.

This work reports the results of some specially relevant works from literature and describes the process of developing the vocabulary and the one of validating it. As the main contributions of the research, the addition of a previous state - the observation of potential users interacting with the physical scenario that motivates the innovative virtual uses - to wemm known author's process and the exemplification of an alternative way of bringing potential users to the stage of defining the right gestures vocabulary. Finally, the paper establishes the limitations of the results and proposes future research.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

A qualidade do ambiente de interface e interação de uma aplicação é determinante do grau de facilidade de aprendizado e permanência do usuário na atividade. Se um usuário perder muito tempo adaptando-se ao ambiente, provavelmente irá se cansar e procurar por algo que satisfaça as suas necessidades. A interação por meio de gestos busca facilitar a interação entre o usuário e o sistema computacional, uma vez que o ser humano em ambientes reais se comunica utilizando esse tipo de ação.

Este trabalho iniciou-se com o objetivo de criar uma interface para interação gestual para o projeto de museu virtual existente no grupo de pesquisa em Processamento de Imagem - IMAGO. O grupo possui um projeto de preservação digital de acervos culturais e naturais, onde os artefatos são digitalizados e posteriormente disponibilizados em um museu virtual através de um sistema de visualização 3D online.

Um museu virtual busca facilitar o acesso à informação para o público em geral, disponibilizando através da internet informações sobre a história, arte e cultura de um lugar. Atualmente existem muitos projetos de museus virtuais disponíveis para acesso online, dentre eles estão o Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília [3], o Museu Oscar Niemeyer [2], o Museu Virtual de Ouro Preto [4], Capela Sistina [5] e o Era Virtual [1], uma rede de museus virtualizados.

Uma exposição virtual traz diversos benefícios. Ao expositor, que mantém seus objetos em segurança durante as exposições, mesmo quando há necessidade de transporte, possibilitando, ainda, a divulgação de seu trabalho em diversos locais físicos. Aos visitantes, é apresentada uma nova forma de interagir com os objetos expostos. Permitindo que o usuário conheça obras de diferentes países e culturas de maneira facilitada e muitas vezes viabilizadora.

Mendes [21] ressalta que dessa forma os objetos podem ser “acessados e explorados



virtualmente, com alto nível de detalhes, reduzindo o risco de danos irreversíveis devido ao transporte ou manipulação física dos mesmos”.

Além das vantagens obtidas do ponto de vista do objeto digitalizado e disponibilizado para visualização, há ainda os benefícios gerados ao usuário que interage com este sistema, como a maior interação com os objetos expostos, ou o de despertar maior interesse por parte do público, que encontra um incentivo a mais para visitar a exposição.

Van Beurden et al. [7] realizaram uma pesquisa comparando o uso de interação gestual com o uso de dispositivos de interação físicos. O resultado demonstrou que, para os usuários, a interação gestual é mais divertida, fácil, natural e permite aprendizado mais intuitivo, além de torná-los mais envolvidos com a tarefa.

Depois de estudos e pesquisas observou-se que o ponto crucial e decisivo para que nosso objetivo fosse alcançado, a definição do vocabulário de gestos para a aplicação, ainda era uma pergunta sem resposta. Muitos dos trabalhos que apresentam sistemas de interação gestual não descrevem ou propõem a metodologia utilizada para a determinação do vocabulário de gestos.

O grande desafio na interação gestual é a definição do vocabulário de gestos a ser utilizado na aplicação [24]. Em muitos casos, esta tarefa é feita de maneira arbitrária, considerando apenas aspectos técnicos para o reconhecimento do gesto, o que não é adequado do ponto de vista do usuário, que deve então aprender um vocabulário para depois conseguir utilizá-lo.

Vocabulários propostos de maneira arbitrária nem sempre são naturais ou fáceis de aprender. Em busca de uma metodologia para a definição de um vocabulário de gestos para a interação natural com o museu virtual foi realizada uma parceria com o grupo de pesquisa em Interação Humano Computador da Universidade Federal do Paraná.

Interface Natural para o Usuário (*Natural User Interface* - NUI)[36] é um conceito construído nas últimas décadas e tem tido grande impulso devido às novas tecnologias, que passaram a permitir a interação via gestos, toque e voz. NUI's buscam tornar a interação entre usuário e sistema mais fácil e intuitiva, podendo fazer uso de diversos dispositivos para chegar a este objetivo.

O lançamento do Kinect, um sensor de movimentos lançado pela Microsoft capaz de identificar pessoas e reconhecer gestos e voz, facilitou o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à interação gestual e às NUI's. No entanto a intuitividade e a ergonomia dos gestos utilizados pouco é considerada, mesmo havendo insistência por parte de estudiosos da Interação Humano Computador (IHC) para a necessidade de considerar essas questões [27].

Dessa forma, o objetivo deste trabalho consistiu em desenvolver uma metodologia para a definição de um vocabulário de gestos para a interação natural utilizando o museu virtual do IMAGO como estudo de caso. Contamos com o apoio da comunidade surda de uma escola bilíngue (Libras<sup>1</sup>, Português escrito) como nosso público alvo. Para chegar a este objetivo este trabalho utilizou uma abordagem centrada no usuário para definir o vocabulário de gestos. O vocabulário de gestos gerado foi avaliado com o auxílio dos próprios usuários.

A comunidade surda foi escolhida por ser o espaço de atuação do grupo de pesquisa em Interação Humano Computador da Universidade e pelo fato se relacionarem com o mundo de forma visual-espacial e em sua maioria não terem domínio pleno da língua portuguesa escrita, sendo um dos principais beneficiários da interação gestual, assim como as pessoas analfabetas. É importante ressaltar que a pesquisa relatada neste trabalho não teve como objetivo se apropriar da Libras, mas sim aproveitar a forma de comunicação visual-gestual desta parte da população.

O presente trabalho está subdividido como segue. O Capítulo 2 apresenta conceitos e a evolução dos ambientes de interface e interação para o usuário ao longo do tempo. No Capítulo 3 são descritos sistemas de interação gestual já implementados e metodologias para a definição de vocabulário de gestos encontradas na literatura. O capítulo 4 apresenta a metodologia construída e os experimentos realizados para a sua validação. Nele são apresentadas as conclusões do trabalho e os trabalhos futuros propostos.

---

<sup>1</sup>Libras, Língua Brasileira de Sinais, tornou-se a língua oficial dos surdos no Brasil com o decreto de Lei nº10.436/2002

## CAPÍTULO 2

### INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR

Desde o surgimento dos computadores a forma como interagimos com ele tem mudado significativamente. Inicialmente havia grande dificuldade em utilizá-los. Preece [28] destaca que os principais motivos eram o tamanho e o custo dos computadores, assim como o fato de que somente especialistas os utilizavam e tinham conhecimento sobre a programação com cartões, além do pouco conhecimento sobre como torná-los mais fáceis de usar.

Com a popularização dos computadores pessoais, notou-se a necessidade de considerar a interação entre o usuário e o computador, tendo sido na década de 80 adotado o termo *Human Computer Interaction* (Interação Humano Computador, em tradução literal), com foco de interesse não somente na interface para o usuário, mas também e principalmente, nas questões relacionadas à interação entre o usuário e o computador [28].

Rocha [30] define IHC como “a disciplina preocupada com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles”, e destaca que os objetivos da IHC são “produzir sistemas usáveis, seguros e funcionais” (pág. 14).

Neste capítulo são apresentados brevemente conceitos de ambiente de interface e interação natural e, na sequência, abordados conceitos da Engenharia Cognitiva [25], mais especificamente um modelo de IHC centrado no usuário. São discutidos aspectos importantes sobre interação gestual e sua classificação. Por fim é apresentado o conceito de usabilidade relacionando aspectos específicos da interação gestual.

#### 2.1 Ambientes de Interface e Interação Naturais

Ambiente de interface e interação é responsável por permitir o diálogo entre o usuário e o sistema computacional. Inicialmente, a interação com o computador era feita por meio de cartões perfurados e, na sequência, por fitas magnéticas.

Uma das primeiras formas de interagir com o computador é via linhas de comando (*Command Line Interface* - CLI). O estilo de interação por linhas de comando utiliza códigos de ação e teclas de função. Shneiderman e Plaisant [33] afirmam que neste estilo de interação o usuário tem o máximo controle das funções e das operações disponíveis.

Em CLI's as taxas de erro são altas e o treinamento é necessário [33], uma vez que o usuário necessita memorizar os comandos e os parâmetros para seu funcionamento correto. Rauterberg [29] ressalta, ainda, que nesta forma de interação o usuário não tem a informação de todas as funções disponíveis no sistema.

Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia foram desenvolvidas as interfaces gráficas para o usuário (*Graphical User Interface* - GUI). As GUI's buscaram resolver o problema apresentado pelas CLI's, quando inicialmente o usuário se deparava apenas com uma tela em branco, sem informações sobre o que fazer para utilizar o computador [17].

As GUI's fazem uso do estilo de interação por manipulação direta. Shneiderman e Plaisant [33] caracterizam a manipulação direta como uma representação visual (metafórica) do mundo em ação, onde objetos e ações são mostrados graficamente, as operações são incrementais e reversíveis e seus resultados imediatamente visíveis.

Atualmente presenciamos a apropriação do paradigma de Interface Natural do Usuário. Não há consenso quanto à definição tipo de ambiente. Lee em [19] esclarece que a expressão NUI geralmente se refere à ambientes altamente intuitivos e quase imperceptíveis como tecnologia para o usuário ao executar uma tarefa, pois ele consegue de maneira fácil e eficaz transmitir uma ideia por meio de uma ação com pouco esforço adicional.

As NUI's não são ambientes de interface e interação naturais, mas, sim, ambientes que fazem o usuário sentir como naturais [36], reutilizando habilidades que ele tem para interagir diretamente com o conteúdo [8], concentrando suas energias apenas na tarefa a ser executada. O termo “natural”, de acordo com Blake [8] significa usar habilidades inatas e/ou que temos aprendido e desenvolvido por meio da interação em nossos ambientes reais na vida cotidiana.

Em [36] Wigdor e Wixon relacionam as três características principais de uma NUI: é agradável, possibilita ao usuário novato se tornar especialista em pouco tempo e deve ser

adequada ao contexto da aplicação. Dessa maneira, uma interface natural pode lançar mão de diversas tecnologias disponíveis, como dispositivos *touch*, gestuais e comandos de voz, visando facilitar a interação entre o usuário e o sistema.

É importante salientar que NUI's não impedem o uso de teclado e do *mouse* como meios de interação. Seu objetivo é aplicá-los, de acordo com o contexto, em situações em que eles possibilitem uma interação natural [36, 8]. Para o desenvolvimento de uma NUI é necessário analisar as necessidades do usuário, ele é o objeto de estudo mais crítico de todo o processo. O Design de sistemas Centrado no Usuário [25] é um conceito em IHC que afirma que as necessidades dos usuários devem ser determinantes no design dos ambientes. Este conceito será abordado na próxima sessão.

## 2.2 Design de Sistemas Centrado no Usuário

A Engenharia Cognitiva foi concebida por Donald Norman [25]. Seus principais objetivos eram: entender os princípios fundamentais da ação e desempenho humano relevantes para o design e elaborar sistemas agradáveis e divertidos.

Ao iniciar uma atividade, o usuário tem objetivos, chamado por ele de “variáveis psicológicas”. Para realizar a atividade são necessárias interações com um sistema com controles físicos, modificando as variáveis físicas e o estado do sistema.

Norman [25] afirma que uma atividade é composta de sete estágios, e propôs uma Teoria da Ação que distingue entre os diferentes estágios de atividades, não ocorrendo necessariamente sempre numa mesma ordem. A discrepância entre as variáveis psicológicas e as físicas criam os principais problemas relacionados ao design e à implementação de sistemas. Essa discrepância é representada por dois golfos: o golfo de execução e o golfo de avaliação.

O golfo de execução refere-se à dificuldade em solicitar algo ao ambiente. O golfo de avaliação diz respeito à dificuldade de avaliar o estado do sistema após a execução. É necessário que se busque ao máximo facilitar a transposição destes golfos pelo usuário.

A travessia dos golfos de execução e de avaliação é dividida em sete atividades (Figura 2.1), alternadamente mentais e físicas. A travessia do golfo de execução inicia-se com

variáveis psicológicas, ao estabelecer um **objetivo** geral ao qual pretende-se chegar por meio da interação com o sistema computacional. A partir do objetivo é necessário formular uma **intenção**, podendo ser definida como a estratégia traçada para alcançar o objetivo.

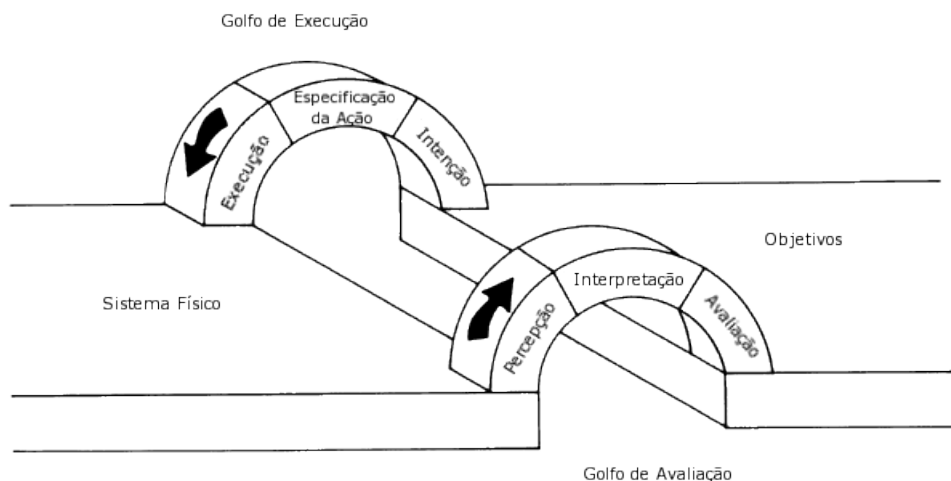


Figura 2.1: Atividade necessárias para a travessia dos golfos de execução e avaliação. Fonte [25].

A partir da intenção, o usuário deve **especificar as ações**, determinando quais ações devem ser executadas para atender à intenção. A **execução** das ações especificadas é a primeira ação física na atividade. Norman ressalta que a escolha dos dispositivos de entrada no sistema pode afetar a escolha das ações e, por sua vez, afetar a maneira como o sistema corresponde às intenções, causando grande impacto na usabilidade do sistema. A execução da ação modifica o estado do sistema e esta mudança é apresentada ao usuário pelo dispositivo de saída.

Após a execução das ações inicia-se a travessia do golfo de avaliação. A avaliação inicia-se no momento em que o usuário **percebe** a mudança do estado do sistema. Se não há uma mudança imediata no estado do sistema após a execução, o atraso pode impedir o processo de avaliação [25]. Percebendo a mudança o usuário começa a **interpretação** da resposta do sistema, considerando as variáveis mentais e físicas do sistema. Ao final, no estágio de **avaliação** do estado corrente do sistema, avalia-se se a intenção formulada foi alcançada, estando o usuário mais perto de seu objetivo.

A Engenharia Cognitiva considera três modelos: Modelo de Design, Imagem do Sistema e Modelo do Usuário. O Modelo de Design é o modelo conceitual idealizado pelo

designer considerando a capacidade e necessidades do usuário. A imagem do sistema é o sistema em si, construído com base no Modelo de Design. O Modelo do Usuário é o modelo mental construído ou modificado pelo usuário durante a interação com o sistema.

Para a travessia dos golfos de execução e avaliação o usuário percorre uma “distância” entre as variáveis psicológicas e os controles físicos do sistema em uso. Segundo Norman [25], uma curta distância significa que a tradução é simples e clara, que os pensamentos são facilmente traduzidos para as ações físicas requeridas pelo sistema, e que a saída do sistema é facilmente interpretada pelo usuário. Há duas distâncias, a semântica e a articulatória.

De acordo com Norman [25] a distancia articulatória tem a ver com as relações entre os significados das expressões e sua forma física; quanto mais próxima a forma utilizada for do seu significado, menor será a distância articulatória. A distância semântica diz respeito à relação entre o significado de uma expressão na linguagem da interface e o que o usuário quer expressar. Duas questões importantes que caracterizam a distância semântica são [25]:

- É possível dizer o que se quer dizer neste idioma?
- As coisas de interesse podem ser ditas de forma concisa?

A Engenharia Cognitiva é a teoria que dá sustento ao Design de Sistemas Centrado no Usuário. Segundo Norman [25], o objetivo de um ambiente de interface centrado no usuário consiste em proporcionar ferramentas inteligentes e compreensíveis, que façam a ponte entre as pessoas e os sistemas. Neste modelo as necessidades dos usuários devem dominar o processo de design, e os requisitos do ambiente de interface devem determinar o design do resto do sistema.

## 2.3 Interação Gestual

De acordo com [20] um gesto é “um movimento do corpo, principalmente das mãos, braços, cabeça ou olhos para exprimir sentimentos ou ideias”. Gestos são utilizados no cotidiano das pessoas, seja para a comunicação em locais onde não se pode conversar

ou para demonstrar algo do qual se esteja falando, como, por exemplo, para descrever a distância a que se estacionou o carro do ponto desejado.

O uso de gestos para interagir com o computador não é algo recente. Karam e Schraefel em [18] apresentaram uma classificação (Figura 2.2) da interação por meio de gestos baseando-se em uma revisão literária de mais de 40 anos de pesquisa, onde foi possível avaliar que quase todas as formas de gesticular já foram estudadas para o provimento de um ambiente de interface mais naturais e intuitiva, incluindo os mais diversos dispositivos de entrada e saída disponíveis.

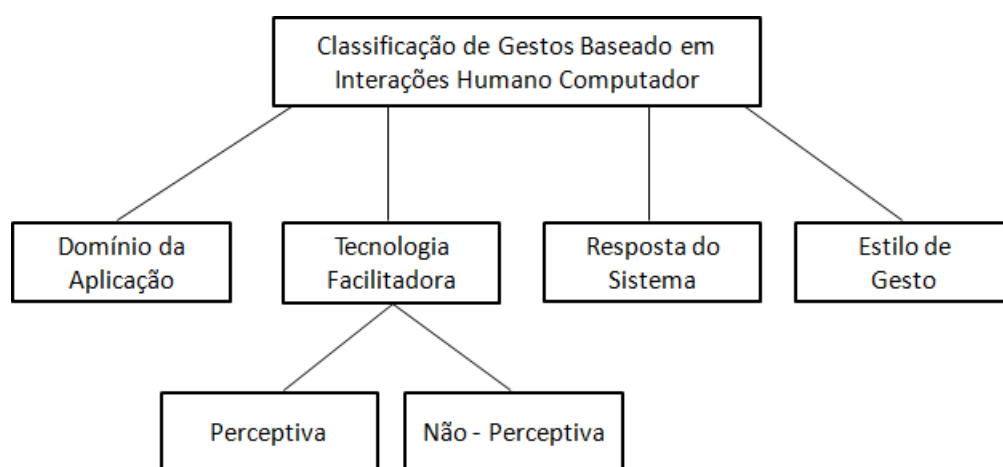


Figura 2.2: Adaptação da classificação proposta por Karam e Schraefel [18].

A taxonomia proposta em [18] é dividida em 4 categorias: domínio da aplicação, tecnologia facilitadora, resposta do sistema e estilo de gesto.

**Domínio da aplicação** busca abranger os domínios de aplicação onde os gestos são utilizados como forma de interação, dentre as quais estão a realidade virtual, a realidade aumentada, a interação imersiva, os avatares, a manipulação de objetos virtuais e os jogos.

**Tecnologia facilitadora** engloba os vários dispositivos e tecnologias de entrada, que são subdivididos em dois grupos: entrada perceptiva, onde gestos são reconhecidos sem a necessidade de contato físico com qualquer dispositivo, como, por exemplo, com uma câmera de vídeo, e entrada não-perceptiva, onde é exigido o contato físico com algum dispositivo para a transferência de informações do gesto, como, por exemplo, um controlador equipado com sensores de movimento.

**Resposta do sistema** classifica as diferentes formas de saída que um sistema gestual



pode proporcionar. Esta categoria foi subdividida em áudio, visual (bidimensional ou tridimensional) e comando da CPU, quando o sistema apenas gera um aviso demonstrando o reconhecimento de determinado gesto.

**Estilo de gesto** se subdivide em cinco categorias [18]:

1. Gesto dêítico, utiliza apontamento para indicar identidade ou localização de um objeto;
2. Gesto manipulativo, utiliza movimentos que buscam controlar/manipular o objeto;
3. Gesto semafórico, utiliza uma sinalização específica, ou seja, um dicionário contendo gestos previamente definidos para a comunicação com o computador;
4. Linguagem de sinais, considerado um estilo independente de gestos, uma vez que são empregados gestos individuais e sinais que, juntos, formam sentenças da língua;
5. Gesticulação, também chamada de gesto icônico, utiliza o reconhecimento de gestos considerando o contexto da fala do usuário e não apenas os movimentos corporais.

Interfaces gestuais podem ser consideradas as mais naturais para a interação. Se partirmos do pressuposto de que se uma pessoa pode se mover, poderá operar um sistema computacional por meio do uso de gestos com facilidade. Buscando a criação de interfaces naturais e fáceis de utilizar, uma grande quantidade de sistemas de interação gestual têm sido desenvolvidos até o momento. A usabilidade é um conceito necessário para o desenvolvimento de sistemas gestuais. Na próxima seção este conceito será abordado.

## 2.4 Usabilidade em Sistemas Gestuais

De acordo com Nielsen [22], o termo “usabilidade” refere-se à facilidade de uso de uma interface por parte do usuário e está associada a cinco componentes de qualidade: capacidade de aprendizado, eficiência na execução de tarefas, memorização, poucos erros e satisfação.

Nielsen [22] apresenta as seguintes heurísticas de usabilidade:

1. Utilizar diálogo simples e natural;
2. Falar a linguagem do usuário;
3. Minimizar a carga de memória do usuário;
4. Ser consistente;
5. Fornecer *feedback*;
6. Fornecer saídas claramente marcadas;
7. Fornecer atalhos;
8. Prover boas mensagens de erro;
9. Prevenir erros;
10. Fornecer ajuda e documentação;

Norman e Nielsen [27] consideram que as interfaces gestuais levaram a um retrocesso em usabilidade, provavelmente causados por falta de diretrizes estabelecidas para o controle gestual, insistência em ignorar convenções e estabelecer novos e mal concebidos conceitos, além da aparente ignorância sobre as descobertas da IHC.

Norman [26] afirma que a maioria dos gestos não são nem naturais, nem fáceis de aprender ou lembrar e lista uma variedade de problemas encontrados em interfaces gestuais, tais como:

- Gestos têm diferentes significados em culturas diferentes;
- Falta *feedback* para ajudar o usuário quando o mesmo realizar um gesto e não obtiver a resposta esperada;
- É difícil descobrir o conjunto de possibilidades e as dinâmicas de execução;
- Gestos físicos têm efeitos colaterais e podem causar danos ao usuário quando executados repetidamente.

Norman e Nielsen [27] afirmam que sistemas gestuais precisam seguir regras básicas de design de interação e que os princípios de visibilidade, *feedback*, consistência, operações não destrutivas, descoberta, escalabilidade e confiabilidade são independentes de tecnologia.

O princípio da visibilidade define que as funções disponíveis no sistema devem estar sempre visíveis ou pelo menos em local de fácil localização. O *feedback* objetiva fornecer informações ao usuário após a interação, dar um retorno após a realização de uma ação. A consistência determina que tarefas e operações devem ser padronizadas.

Operações não destrutivas, se referem à possibilidade de que o usuário desfça uma ação realizada. Descoberta garante que as operações possam ser descobertas por meio dos menus. Escalabilidade define que uma aplicação deve funcionar em diferentes tamanhos de tela. Confiabilidade, que as operações devem funcionar e eventos não devem ocorrer de forma aleatória.

Realizar testes com usuários é o método mais básico e útil para a avaliação da usabilidade de um projeto [23]. O teste consiste em localizar usuários representativos, solicitar que executem tarefas representativas com o protótipo e observar o que eles conseguem executar e quais suas dificuldades. Nielsen [23] ressalta que os usuários devem resolver os problemas sozinhos e que a interferência por parte do avaliador pode comprometer os resultados do teste.

A usabilidade de um sistema está altamente relacionada a adequabilidade dos gestos escolhidos para a interação e um ponto determinante neste caso é a acessibilidade do sistema. Um sistema acessível deve considerar as possíveis limitações do usuário e propor técnicas que permitam ultrapassar estas limitações. As interfaces gestuais permitem o acesso aos sistemas computacionais de pessoas que não dominam a Língua Portuguesa, por exemplo. As pessoas analfabetas e surdas são grandes beneficiários potenciais deste tipo de sistema.

A definição dos gestos a serem utilizados é um ponto fundamental durante o projeto de um sistema de interação gestual. O Capítulo 3 apresenta trabalhos nos quais foram desenvolvidos sistemas de interação gestual e abordagens propostas para a definição de vocabulários de gestos para sistemas.

## CAPÍTULO 3

### SISTEMAS DE INTERAÇÃO GESTUAL

Durante o levantamento de sistemas de interação gestual já desenvolvidos notou-se que após o lançamento do Kinect, um sensor de movimentos capaz de identificar pessoas e reconhecer gestos em um ambiente não controlado, muitas pesquisas em interfaces gestuais foram desenvolvidas considerando as facilidades oferecidas por essa tecnologia. Na seção 3.1 são apresentados alguns destes sistemas. A seção 3.2 apresenta algumas metodologias para definição de vocabulários de gestos encontradas na literatura.

#### 3.1 Sistemas de Interação Gestual Desenvolvidos com o Kinect

Santos et al. apresentaram em [32] um sistema de interação gestual que permite selecionar e manipular objetos virtuais em um ambiente de realidade aumentada com operações de rotação, translação e escala utilizando o Kinect. Dentre as vantagens apresentadas pelos autores ao utilizar o kinect estão o reconhecimento de mão nua, o suporte à variabilidade da cor de pele, o suporte à variação de luz, a independência em relação ao ambiente de trabalho e a possibilidade de determinar posicionamento de mão e ocorrência de gestos no espaço 3D.

Em [32] foram utilizados o *framework* OpenNI e o *middleware* NITE para trabalhar com os dados fornecidos pelo Kinect. Para o reconhecimento de gestos foram utilizados o posicionamento de mão e alguns gestos reconhecidos nativamente por NITE. Neste trabalho os autores apenas aplicaram gestos já reconhecidos ao contexto do ambiente de realidade aumentada. Não houve estudos para definição de gestos ou para avaliar sua adequabilidade às funções desempenhadas.

Um resumo da operação do sistema é mostrada na Figura 3.1 e inicia-se com a execução do gesto *wave* (1), em seguida o sistema indica a detecção da mão do usuário mostrando uma esfera vermelha sobre a mesma (2). Os objetos estão disponíveis em forma de um

menu: para visualiza-los é utilizado o gesto círculo (3), a navegação pelo menu segue por movimentos da mão em direção ao objeto (4), que pode ser selecionado aproximando e afastando a mão da tela.

Após a seleção do objeto é possível escolher uma operação de transformação (escala, translação, rotação, apagar, cancelar) a ser realizada sobre o mesmo, apresentadas em forma de menu (5). Após selecionar a transformação o sistema faz o acompanhamento de mão para determinar o quanto o objeto será transformado. No caso de translação o objeto acompanha o movimento da mão até que a mesma fique na mesma posição por cinco segundos.

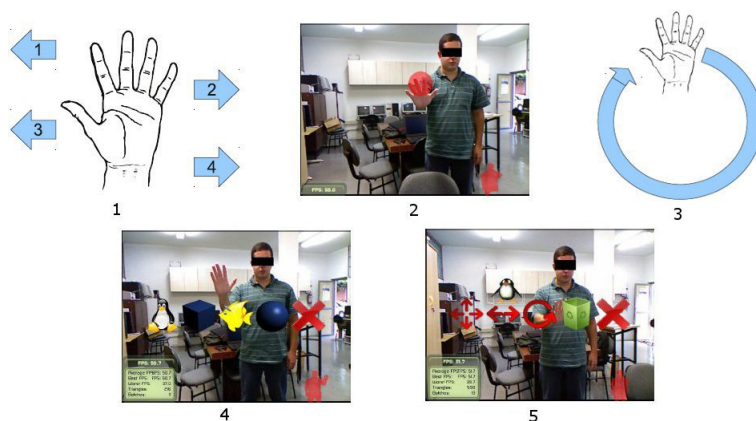


Figura 3.1: Gestos utilizados para interação adaptado de Santos et al. [32].

Gallo et al. [14] apresentam um sistema *open source* para exploração de imagens médicas utilizando o Kinect. Considerando a necessidade de visualização de exames como tomografias e ressonâncias magnética em ambiente cirúrgico, o Kinect foi considerado o dispositivo de entrada ideal, pois não é necessário que o cirurgião se desloque da sala esterelizada, tampouco que toque em qualquer dispositivo não esterelizado que possa causar danos ao paciente.

No sistema de [14] os gestos foram determinados de modo a satisfazer ações já existentes no sistema de visualização de imagens médicas, no trabalho não ficou claro como foram definidos os gestos e se houveram estudos para avaliação de usabilidade.

Boulos et al. [10] desenvolveram um sistema de navegação chamado Kinoogle, que permite interagir com o Google Earth e Street View através de gestos. O sistema utiliza o kinect, OpenNI e NITE para a detecção do usuário e são utilizados posicionamento

de mão e corpo para a interação. Os autores afirmam que este é um bom exemplo de interface natural e pode ser melhorada utilizando o reconhecimento de voz proporcionado pelo kinect. No entanto mais uma vez a definição do vocabulário de gestos a ser utilizado não foi discutida.

Chino et al. [12] apresentaram um sistema para interação natural utilizando gestos para aplicação em sistemas de informação geográfico - GIS. A validação do vocabulário de gestos utilizados foi feita com o auxílio de usuários. No entanto, devido os gestos terem sido definidos de forma arbitrária, os próprios autores identificaram limitações na interação.

Avaliando de forma geral, não haviam formas ou métodos definidos nestes trabalhos para a definição do vocabulário de gestos. Percebeu-se que era necessário um estudo mais aprofundado sobre o tema. A seção 3.2 descrevemos metodologias encontradas na literatura para a definição de vocabulários de gestos para a interação.

## **3.2 Metodologias para a Criação de Vocabulário de Gestos**

Definir quais gestos serão utilizados, ou seja, compor o vocabulário de gestos de um sistema é considerada uma das etapas mais difíceis do desenvolvimento de um sistema de interação gestual [24]. Grandhi et al. [15] afirmam que muitas vezes o vocabulário de gestos é definido arbitrariamente, pensando na facilidade de implementação e forçando o usuário a aprender o vocabulário para depois conseguir utilizar o sistema.

Bodiroža et al. [9] apresentam uma metodologia para a definição de um vocabulário de gestos para a interação natural entre um humano e um robô garçom. Uma lista de frases que descrevem as tarefas dos diálogos entre um cliente e um garçom são extraídos a partir da interação entre cliente e garçom em um cenário de bar. Cada frase é analisada a fim de extrair cada tarefa. O vocabulário a ser utilizado pelo humano é criado a partir dos gestos utilizados por usuários para representar cada tarefa. Já o vocabulário a ser utilizado pelo robô é criado a partir das respostas obtidas com o usuários, onde cada usuário deve tentar identificar qual mensagem o robô está tentando transmitir via gestos.

Em [9] não foi realizada uma avaliação do vocabulário de gestos. O foco principal foi

apenas a definição dos mesmos. A criação da lista de frases com as tarefas foi realizada com base no diálogo entre o humano e o robô no cenário de um bar. No entanto, esta abordagem não se adequaria ao nosso estudo de caso, uma vez que durante a visita à uma exposição em museu não há necessariamente a interação entre pessoas e/ou robôs para a visualização de artefatos. As pessoas não solicitam à alguém a visualização de determinado objeto, normalmente estes estão à disposição de todos.

O núcleo da abordagem proposta por Nielsen et al. [24] considera as heurísticas de usabilidade, sendo definido pelas seguintes características:

- Fácil de executar e lembrar;
- Intuitivo;
- Metafórica e icônicamente lógico para a funcionalidade;
- Ergonômico.

A definição internacional da Ergonomia é:

“a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem estar humano e o desempenho global dos sistemas” [6].

De acordo com Dul e Weerdmeester [13] muitos princípios da ergonomia derivam de áreas como a biomecânica, fisiologia e antropometria. Considerando sistemas gestuais de entrada perceptiva, os principais princípios da ergonomia física listados por [13] aplicáveis ao contexto com o objetivo de definir gestos para a interação são:

- Manter o quanto for possível as articulações em posição neutra, deixando os músculos e ligamentos menos esticados;
- Evitar curvar-se para a frente por período prolongado, curvando músculos e ligamentos das costas;
- Evitar inclinar a cabeça, tencionando os músculos da cabeça;

- Evitar torções do tronco, causando tensões nas vértebras;
- Evitar movimentos bruscos que podem produzir alta tensão. Os movimentos devem ser suaves e contínuos;
- Alternar entre posturas e movimentos. Posturas prolongadas e movimentos repetitivos podem causar lesões a longo prazo;
- Restringir a duração de esforço muscular contínuo;
- Prevenir a exaustão muscular;
- Evitar ações acima do nível dos ombros;
- Evitar trabalho com as mãos para trás.

O procedimento apresentado por Nielsen et al. [24] é composto por quatro etapas (Figura 3.2). A primeira consiste em localizar as funções da aplicação onde os gestos serão utilizados. Os autores sugerem que sejam utilizadas funções existentes em aplicações similares à que se está desenvolvendo.

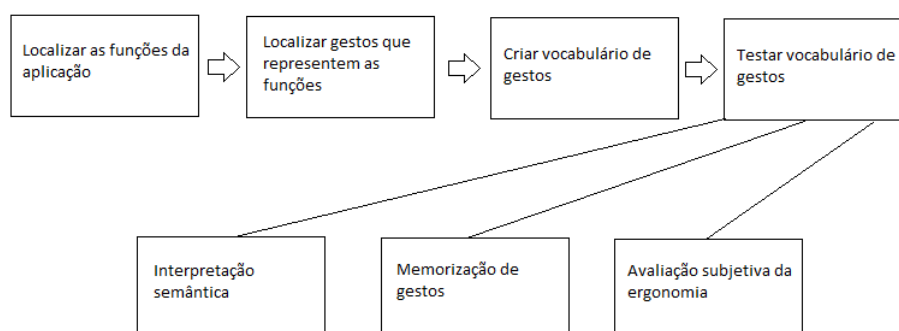


Figura 3.2: Procedimento para a definição de vocabulário de gestos apresentado por Nielsen et al. [24]

A segunda etapa se refere a encontrar os gestos que representem as funções identificadas na primeira etapa. Com este objetivo, são realizados experimentos com usuários em cenários que implementem as funções necessárias para a aplicação. Nestes cenários os usuários são informados sobre as funções identificadas, para que então as solicitem de outra



forma, por meio de gestos, ao computador (ou operador do teste). Todos os experimentos desta etapa devem ser gravados.

Na terceira etapa os vídeos são avaliados a fim de extrair os gestos utilizados para a interação. Busca-se avaliar se foram utilizadas posturas estáticas ou dinâmicas, levantar a frequência de ocorrência do gesto, considerando aspectos ergonômicos, uma vez que o usuário pode executar gestos que causem danos se realizados por tempo prolongado. O autor ressalta que os gestos selecionados não devem ser estritamente aqueles identificados no teste, mas sim que estes devem ser apenas uma inspiração para definir o vocabulário de gestos.

A última etapa consiste em testar o vocabulário de gestos resultante, podendo, inclusive, levar mudanças no vocabulário. Esta etapa é composta de três testes. Nesta etapa é calculada uma pontuação que deve ser atribuída a cada teste. Ao fim dos testes quanto menor o valor da pontuação, melhor. O teste 1 avalia a interpretação semântica dos gestos. Deve-se dar uma lista das funções e apresentar os gestos, solicitando ao usuário que identifique as funções correspondentes. A pontuação equivale ao número de erros dividido pelo número de gestos da lista.

O teste 2 avalia a memorização dos gestos. O vocabulário de teste é mostrado ao usuário para que possa experimentá-lo e compreendê-lo. Este vocabulário deve conter os gestos e suas funções correspondentes. É feita uma apresentação com os nomes das funções em ordem lógica de aplicação, exibindo um slide a cada 2 segundos. O usuário deve executar o gesto referente à função exibida. A cada erro a apresentação deve ser reiniciada, apresentando o vocabulário ao usuário a cada tentativa. A pontuação corresponde ao número de reinicializações necessárias.

O teste 3 é uma avaliação subjetiva da ergonomia dos gestos. É apresentado o vocabulário de gestos e solicitado que o usuário execute a sequência  $x$  vezes, onde  $x$  vezes o tamanho do vocabulário de gestos equivale a 200. Entre cada gesto voltar à posição neutra, abrir espaço para comentários e utilizar a seguinte lista de pontuação para cada gesto: 1) sem problemas. 2) Ligeiramente cansativo. 3) Cansativo. 4) Muito incômodo. 5) Impossível. Os valores obtidos neste teste permitem a comparação entre vocabulários,

desde que tenham mesmo tamanho.

A forma de definição das funções a serem utilizadas na aplicação proposta por Nielsen et al. [24] não são aplicáveis à todo tipo de sistema, uma vez que para sistemas novos, com novos objetivos e funcionalidades não é possível utilizar-se de sistemas já existentes.

Saffer [31] afirma que “as tarefas simples e básicas devem ter gestos igualmente simples e básicos para acionar ou completá-las” e, também, que os bons gestos interativos são simples e elegante. Este autor também diz que, desde que os seres humanos são criaturas físicas, preferem interagir com coisas físicas. Neste sentido, o autor caracteriza gestos interativos como o estilo que permite uma interação natural com objetos digitais de uma forma física. Ele comenta sobre o designer de produto Naoto Fukasawa observando que os melhores projetos são aqueles que “se dissolvem no comportamento”, acrescentando que a promessa de gestos interativos está no fato de que vamos capacitar “os gestos que já fazemos e dar-lhes mais ainda influência e significado”.

Conclui, assim, que “os designs mais naturais são aqueles que combinam o comportamento do sistema com os gestos que humanos já fazem para permitir este comportamento”. A fim de envolver o usuário no processo de determinação dos gestos apropriados para o sistema, Saffer [31] propõe fazê-lo juntamente com os usuários, seja pedindo-lhes para corresponder uma característica para o gesto que gostaria de usar para empregá-la ou demonstrar um gesto e ver qual característica os usuários esperam que seja desencadeada.

Baseado em Nielsen et al. [24], propomos uma metodologia para definir o vocabulário de gestos para um sistema para visitar um museu virtual. Os experimentos foram executados junto à uma comunidade surda. Esta metodologia é apresentada no próximo Capítulo.

## CAPÍTULO 4

# METODOLOGIA PARA A DEFINIÇÃO DO VOCABULÁRIO DE GESTOS

A partir da análise de trabalhos relacionados, notou-se que, as metodologias para a criação de vocabulário de gestos não se adequavam ao nosso objetivo. Havia a dificuldade em decidir quais funções cada gesto deveria desencadear no sistema. Apenas observar outras aplicações similares não necessariamente traria toda a gama de ações que um usuário poderia desempenhar sobre um artefato.

No presente trabalho buscamos iniciar o processo de definição de vocabulário a partir da questão da pesquisa: Quais são as ações que os usuários realizariam no ambiente físico se lhes fosse permitido manusear os objetos para conhecê-los?

Considerando o contexto de um ambiente de museu concluímos que como no mundo real podemos apenas observar o objeto à distância, não tínhamos pressuposto sobre as formas pelas quais os usuários do museu virtual apropriar-se-iam das possibilidades abertas pela interação virtual.

O manuseio da representação dos objetos reais explora o potencial inovador do ambiente, pois o usuário consegue realizar ações que inclusive ele não teria permissão para realizar em um museu físico.

Buscamos nesta pesquisa propor uma metodologia que permitisse definir um vocabulário de gestos natural mesmo quando não houvessem funções definidas para a aplicação. Este Capítulo apresenta a metodologia proposta para a definição do vocabulário de gestos e os experimentos realizados para a validação do mesmo.

### 4.1 Metodologia Proposta

Baseado em Nielsen et al. [24], propomos uma metodologia para definir o vocabulário de gestos para um sistema para visitar um museu virtual. Neste processo, os autores compar-

tilham caracterização de interfaces gestuais naturais de Saffer [31] e propõem alternativas para trazer os usuários para o processo de criação do vocabulário.

A metodologia consiste de três etapas. 1) Redução das ações utilizadas pelo usuário durante a interação com elementos físicos de modo a obter as funções necessárias para a aplicação; 2) Criação do vocabulário de gestos a partir dos dados colhidos da observação do comportamento do usuário na etapa 1; 3) Validação da adequabilidade do vocabulário criado.

#### **4.1.1 Redução das Ações**

A primeira etapa define as funções e gestos correspondentes a partir da observação do usuário em um ambiente real. Neste ponto, propõe-se a criação de cenários. Um cenário deve ser criado de acordo com o objetivo da aplicação a ser desenvolvida, onde o usuário possa interagir de forma natural e ilimitada, com objetos físicos semelhantes aqueles a serem utilizados na aplicação.

Este cenário deve ser projetado de forma que o usuário possa executar uma tarefa e esta tarefa será a chave para a identificação das funções. A tarefa deve permitir explorar todas as funcionalidades possíveis para o desenvolvimento da aplicação. Toda a interação do usuário neste cenário deve ser registrada com imagens, sons e/ou outros meios pertinentes, conforme o contexto da aplicação.

Esta analogia, semelhante à concepção de interação gestual de Saffer [31], juntamente com o espaço para proporcionar experiências inovadoras em visitar museus virtuais, se comparado com as possibilidades limitadas de visitas comuns aos museus físicos em geral, levou-nos a explorar o cenário físico como o único a informar o design das capacidades necessárias.

#### **4.1.2 Criação do Vocabulário**

A análise dos dados gerados no cenário real irá permitir identificar quais as funções e como elas foram executadas pelo usuário. Assim como em [24], esta análise é o ponto crítico para a definição das funções e dos gestos a serem utilizados. É necessário avaliar

quais as funções são pertinentes na aplicação e, para tais funções, quais gestos foram mais utilizados e, assim, têm maior probabilidade de serem reconhecidos.

O reconhecimento dos gestos é dependente da tecnologia a ser aplicada e, ainda, de outros detalhes de projeto tais como custo, desempenho, taxa de reconhecimento, entre outros. Após esta etapa, o vocabulário de gestos gerado deve ser validado.

### 4.1.3 Validação do Vocabulário

A validação do vocabulário de gestos deve ocorrer com a participação do usuário. Neste ponto buscou-se observar as diretrizes de Nielsen [22] para validação da usabilidade durante a interação. Os passos que compõem esta etapa são:

1. Validação do conjunto de ações definidas em relação à completude das ações necessárias à execução da aplicação juntamente com a avaliação da necessidade de inserção/modificação de funções e/ou gestos da aplicação;
2. Validação do conjunto de gestos em relação à adequabilidade do seu uso na consecução das funções da aplicação;
3. Avaliação da satisfação do usuário ao utilizar a aplicação;
4. Avaliação da suficiência da informação sobre as funções e gestos permitidos fornecidos pela aplicação;

Esta etapa de validação pode ser realizada a partir de diferentes abordagens. Propomos que seja desenvolvido um protótipo da aplicação para que o usuário possa utilizá-lo e ao final avaliá-lo. Este protótipo não precisa necessariamente estar com todas as funcionalidades de reconhecimento de gesto completas. É possível simular o reconhecimento de gestos ou, ainda, utilizar imagens para representá-los. Propomos o uso de um questionário para a avaliação por parte do usuário (Apêndice A) e um que deve ser preenchido pelo responsável pelo experimento (Apêndice B) a partir da observação dos usuários ao utilizarem a interface da aplicação.

Para validar a metodologia proposta foi realizado um estudo de caso de museu virtual com a comunidade surda. Na seção a seguir são apresentados o planejamento do experimento, a análise da informação registrada no experimento envolvendo o cenário físico, a criação do vocabulário de gestos para a aplicação e a sua validação final.

## **4.2 Estudo de Caso com a Comunidade Surda**

Com o intuito de comprovar a eficácia da metodologia de construção do vocabulário de gestos proposta neste trabalho, foram realizados dois experimentos. O público alvo definido para este estudo foi a comunidade surda, uma vez que trata-se de pessoas que já se comunicam via gestos em seu cotidiano através da Libras.

Esta seção apresenta o planejamento e a execução do experimento no cenário físico, a análise das informações registradas nesse cenário, que permitiu a criação do vocabulário gesto para a aplicação, e o planejamento e a execução do experimento com o protótipo para sua validação final.

### **4.2.1 Planejamento do Experimento Envolvendo Objetos Físicos**

Ao planejar nosso cenário para a primeira etapa da definição do vocabulário de gestos, nos deparamos com a seguinte questão: Que tipo de objeto pode, simultaneamente, motivar o participante a realizar a tarefa proposta e representar objetos 3D comuns em museus virtuais?

No questionamento do tipo de objeto a ser considerado, identificou-se a total dependência de contexto que o manuseio de objetos de uso pessoal (e/ou presentes na rotina das pessoas) tem. Esta dependência se refere, por um lado, à forma do objeto, sobretudo no caso objetos apoiados no museu artificialmente e, por outro, a utilidade do objeto, pois ela determina focos de observação. As dimensões e peso também poderiam influenciar nas formas de manuseio.

Em resposta à questão foram definidos os seguintes objetos (Ver Figura 4.1): uma escultura com apoio, um vaso confeccionado em papel, um vaso em cerâmica com formato

ondulado, uma caixa com velas decorativas e uma bola decorativa. A escultura e os vasos foram escolhidos por serem objetos frequentemente encontrados em museus e exposições. Estes objetos podem, inclusive, induzir o participante a manipulá-los de forma específica, uma vez que o vaso pode ser pego pela borda ou gargalo e a escultura, por uma de suas diversas curvas, muito parecidas com alças.

A caixa e a bola decorativa foram selecionadas para verificar o comportamento do participante ao visualizar objetos pequenos e sem uma utilidade clara. Foi possível, ainda, verificar a diferença, caso existisse, na visualização um objeto de maior tamanho, como é caso do vaso de papel e de um objeto pequeno como a bola decorativa. Pode-se, ainda, por meio dos objetos escolhidos, descobrir se era mais natural ao participante utilizar uma ou duas mãos durante a visualização, assim como saber se o tamanho do objeto influenciaria nesta escolha.

Todos os objetos selecionados deveriam estar sobre uma mesa acessível ao participante de modo que este pudesse escolher livremente entre eles quando e como desejasse. Tomou-se o cuidado de não selecionar um objeto com peso acima do suportado pelos participantes, uma vez que isso poderia comprometer o processo.



Figura 4.1: Objetos utilizados durante os experimentos.

Uma vez definidos os objetos foi necessário determinar uma tarefa para o participante que exigisse a visualização do objeto em todas as perspectivas. A tarefa consistiu em que, ao final da visualização, o participante deveria descrever, com detalhes, o objeto visualizado. A orientação foi elaborada em Língua Portuguesa escrita e, durante todo o experimento, deveria haver a atuação de um intérprete para garantir que a comunicação ocorresse de maneira satisfatória.

Será dada a seguinte instrução a cada participante:

*“O objetivo desta reunião é obter de vocês uma descrição, o mais detalhada possível, dos objetos que estão em cima da mesa. Quando eu autorizar, vocês poderão manusear cada objeto de todas as formas que desejarem. Como forma de ajudá-los a realizar esta tarefa, sugiro que vão parando e anotando, ou sinalizando, o que acharem importante ao longo de todo o manuseio. Como resultado da tarefa vocês vão nos entregar a descrição, ou escrita ou por sinais, dos objetos que observaram. Por se tratar de um experimento científico o mesmo será gravado.”*

Todo o experimento foi gravado para posterior análise. Definiu-se que seriam utilizadas 3 câmeras, que permitiriam as vistas de cima, lateral e frontal de todos os gestos executados por cada participante. Para a execução do experimento foi criado um termo de consentimento que foi assinado por cada participante ou por seu responsável, no caso de menores de idade. Este termo esclarecia que a participação era voluntária e que as imagens produzidas a partir do experimento seriam utilizadas apenas para fins de pesquisa, de modo que fosse preservada a identidade do participante. O termo utilizado pode ser visto no Apêndice C.

#### **4.2.2 Execução do Experimento Envolvendo Objetos Físicos**

Os experimentos correspondentes à primeira etapa foram realizados com alunos e professores da Escola Municipal de Educação Especial para Surdos Prof<sup>a</sup>. Ilza de Souza Santos. Participaram dos experimentos 15 pessoas divididas em 4 grupos. Os grupos foram classificados conforme o grau de domínio de Libras de cada participante. Esta classificação foi realizada com a ajuda dos professores da escola. No decorrer do texto a identificação dos participante será feita utilizando o grupo ao qual o participante estava inserido.

- Alunos fluente em Libras. Grupo A, composto por 5 participantes;
- Alunos não fluente em Libras. Grupo B, composto por 5 participantes;



- Alunos não fluente em Libras e com dificuldade motora. Grupo C, composto por 2 participantes;
- Professores fluente em Libras. Grupo D, composto por 3 participantes.

Os experimentos foram realizados na própria escola, como forma de manter os participantes em seu ambiente rotineiro. Durante todo o experimento houve o acompanhamento de uma intérprete da escola para mediar a comunicação. Cada participante, exceto os do Grupo C, foi levado, individualmente, a uma sala onde havia uma mesa apoiando os objetos a serem visualizados (Ver Figura 4.2). No caso dos participantes do Grupo C foi necessária a montagem do experimento em local separado (Ver Figura 4.3), na sala de aula, devido à necessidade de locomoção por meio de cadeira de rodas, o que impedia o acesso à sala de experimentos.

Na sala de experimentos, buscando deixar claro o posicionamento correto do participante na sala para que ele ficasse de pé e dentro do campo de visão das câmeras, foi desenhado no chão um 'X' (Ver Figura 4.2). Esta necessidade foi descoberta apenas durante a montagem da sala de experimentos, a partir da sugestão da intérprete.

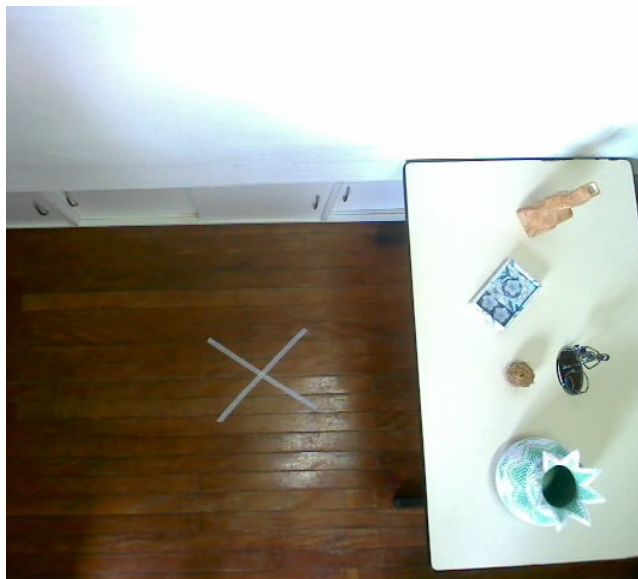


Figura 4.2: Sala de experimentos.

Logo no início do experimento percebeu-se que o roteiro com as instruções planejadas era de certa forma desnecessário, já que os participantes em sua maioria chegaram à sala

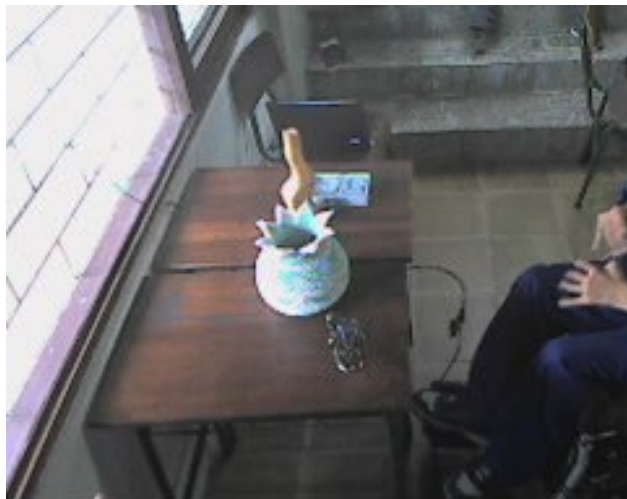


Figura 4.3: Sala de experimentos do Grupo C.

e iniciaram a interação com os objetos de forma espontânea. Apenas em casos específicos, dos participantes mais velhos, foram dadas as instruções e informações sobre o objetivo do estudo.

A interação dos participantes com os objetos foi livre. Os participantes observaram, comentaram sobre os objetos e fizeram perguntas à intérprete a respeito dos mesmos. Ao finalizar a interação, o participante que tinha concluído a tarefa era levado de volta às suas atividades da escola e o participante seguinte chamado para o experimento.

Notou-se, durante o experimento, a importância da comunicação. Enquanto os participantes dos Grupos A e D durante a interação discutiram sobre características de cada objeto, deram sua opinião e escolheram qual objeto mais tinham gostado, os participantes do Grupo B pouco se comunicaram. Em alguns casos foi notória, neste grupo, a falta de entendimento a respeito do que precisava ser feito, havia um certo receio ao visualizar e manipular cada objeto, mesmo com a intérprete incentivando o participante. Com os participantes do Grupo C, participantes jovens, ficou clara a empolgação em participar. No entanto, pela dificuldade motora, nem todos os sinais puderam ser interpretados, o que acabou dificultando a comunicação.

Para a gravação dos experimentos foram utilizadas 3 câmeras de vídeo, uma posicionada no teto, outra para gravar uma visão lateral e a última para gravar uma visão frontal do experimento. Devido a mudança de sala, durante o experimento com o Grupo

C, foram utilizadas apenas 2 câmeras, uma para gravar a vista lateral e outra a frontal.

Os vídeos gravados foram analisados de forma humana para a segmentação dos gestos e das ações realizadas pelo participante. Na seção a seguir será apresentada detalhadamente a análise dos vídeos do experimento.

### 4.2.3 Análise dos Vídeos do Experimento com Objetos Físicos

Os vídeos do experimento foram analisados de forma humana pela autora deste trabalho durante a segunda etapa da metodologia. Buscou-se classificar cada ação executada pelo participante sobre o objeto, exceto as ações utilizadas para comunicação entre o participante e a intérprete.

Durante a análise dos vídeos observou-se que, em geral, os participantes realizavam uma ação e depois paravam, observando o objeto com atenção. Por meio deste comportamento buscou-se para cada ação do usuário avaliar o objetivo e a forma como foi desempenhado o gesto, gerando ao final uma lista com as ações e objetivos para todos os participantes, considerando características do tipo do objeto, do gesto executado e a quantidade de mãos utilizadas.

Exemplos de ações analisadas podem ser vistos na Figura 4.4, onde o participante pega o objeto, aproxima-o do rosto, observa atentamente os detalhes do objeto, realiza movimentos de rotação de modo a observar diferentes vistas do objeto e a cada movimento pára e o observa. É importante observar que as ações de rotação são executadas em diferentes sentidos. Ao final de toda a observação o participante afasta o objeto e depois devolve-o na mesa.

A partir da lista, buscou-se analisar as ações utilizadas considerando um objetivo comum. Desta forma, as ações que mais se repetiram, considerando os objetivos aplicáveis ao contexto estabelecido para o museu, foram selecionadas para uso na aplicação. As ações encontradas foram as seguintes, organizadas pela autora por categorias semânticas:

- Pegar o objeto (a partir da mesa);
- Aproximar o objeto (para o usuário). Esta ação está geralmente ligada à ação de



Figura 4.4: Exemplo de ações realizadas pelos participantes durante a visualização de objetos.

pegar um objeto, mas, para fins de classificação, foi separada, uma vez que com o objeto na mão o usuário pode querer aproximar o objeto ainda mais;

- Observar o objeto (nenhuma ação);
- Rotacionar o objeto (em várias direções). Esta ação foi executada pelo participante em todos as direções possíveis.
- Afastar o objeto (do usuário). Esta ação está normalmente ligada à ação “soltar”;
- Soltar o objeto (das mão para a mesa).

Houve casos nos quais nem todas as ações necessárias foram realizadas. Então observou-se que um dos fatores causadores da falta de algumas ações foi a falta de comunicação entre o participante e a intérprete devido ao desconhecimento da Libras. Outro fator foi o pouco interesse pelos objetos, o que causou algumas visualizações superficiais.

Identificou-se, ainda, a ocorrência de algumas ações isoladas e dependentes de características específicas do objeto. Nestes casos tais ações não foram utilizadas durante a validação, uma vez que o objetivo eram gestos aplicáveis a todos os tipos de objetos presentes em museus. As ações identificadas durante os experimentos e classificadas como altamente dependente das características físicas ou de uso do objeto foram as seguintes:

- Jogar a bola decorativa para o alto;
- Inserir as mãos e/ou partes dela dentro do vaso de papel e/ou do vaso de cerâmica;
- Cheirar a caixa com as velas decorativas;
- Inserir os dedos dentro das brechas presentes na escultura.

Alguns participantes interagiram com os objetos de forma totalmente diferenciada dos demais. Hipoteticamente pelo não entendimento da tarefa a ser realizada, eles interagiram com os objetos como se estivessem brincando de montar estruturas (Figura 4.5). Nesses casos, buscou-se utilizar o máximo das informações geradas no processo de visualização. No entanto, boa parte das ações não foram classificadas devido ao objetivo específico do

experimento. Talvez, se estivéssemos tratando de uma aplicação que permitisse ao usuário criar obras a partir de objetos existentes, estas informações poderiam ter relevância.



Figura 4.5: Participantes interagindo com os objetos como se estivessem montando estruturas.

A partir das características dos gestos foi possível responder à questão levantada durante o planejamento do cenário. Quanto à existência de diferenças na visualização de objetos grandes ou pequenos, foi notado que se o objeto era maior o usuário naturalmente utilizava as duas mãos para pegá-lo ou soltá-lo. Para girá-lo e visualizar partes oclusas do objeto, mesmo o objeto sendo pequeno, o usuário preferiu utilizar as duas mãos.

Contudo esta fase foi claramente baseada na análise de dados, conhecimento estabelecido a partir de Processamento de Imagem e de Interação Humano Computador, respectivamente para a segmentação e abrangência semântica. Desta forma, foram adotados os eixos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  para cobrir os movimentos para as vistas dos objetos dentro do espaço 3D, determinando seis ações básicas de rotação. Além disso, gestos e ações correspondentes foram organizados em subconjuntos - por pares de opostos e pela semântica em geral - para fazer a sua percepção e interpretação mais clara e ações de saída e ajuda foram adicionados ao menu.

Com o vocabulário de ações definido, passou-se a planejar como se daria a validação do mesmo. Na próxima seção é apresentado o planejamento realizado para o experimento de validação do vocabulário de gestos criado.

#### 4.2.4 Planejamento do Experimento da Validação do Vocabulário de Gestos

Após a definição das ações e gestos que deveriam compor nosso vocabulário, passamos à etapa de validação. A validação deve ser realizada com o mesmo público alvo e mesmo objetivo (tarefa) definidos no experimento com os objetos físicos cujo manuseio deu lugar ao vocabulário.

Para a visualização dos modelos 3D foi utilizado o visualizador desenvolvido por Vrubel para apoiar o desenvolvimento de sua pesquisa em [34]. Como o visualizador foi desenvolvido apenas para dar suporte à pesquisa, foi necessário o desenvolvimento de uma interface que possibilitasse ao usuário escolher dentre modelos 3D disponíveis. Para esta etapa utilizou-se o kit de ferramentas para desenvolvimento de interfaces gráficas GTK+<sup>1</sup>.

O Grupo IMAGO possui um projeto denominado Museu Virtual 3D [16], envolvendo o processo de preservação digital [35] desde a aquisição de dados dos objetos até sua disponibilização na internet [21]. Os objetos 3D utilizados neste trabalho são provenientes desse projeto.

O visualizador não possuía a funcionalidade de reconhecimento de gestos, sendo assim, para que fosse possível a interação por meio de gestos foram inseridos botões com as imagens que os representam. As imagens foram criadas seguindo uma forma de representação já utilizadas para surdos baseando-se no dicionário de Libras de Capovilla e Raphael [11]. Neste léxico, sinais LIBRAS são representados por imagens compostas por dois estados e um símbolo que descreve algum movimento.

A Figura 4.6 apresenta um trecho do dicionário de Libras de Capovilla e Raphael [11] onde é apresentada a representação visual da palavra glorificar em Libras. As figuras a

---

<sup>1</sup><http://www.gtk.org/>



serem utilizadas no visualizador utilizam apenas alguns elementos básicos das utilizadas no dicionário, uma vez que os gestos selecionados para o vocabulário não são palavras em Libras, sendo necessários ajustes nas imagens no que se refere aos aspectos dinâmicos do gesto, movimento de mãos e braços.

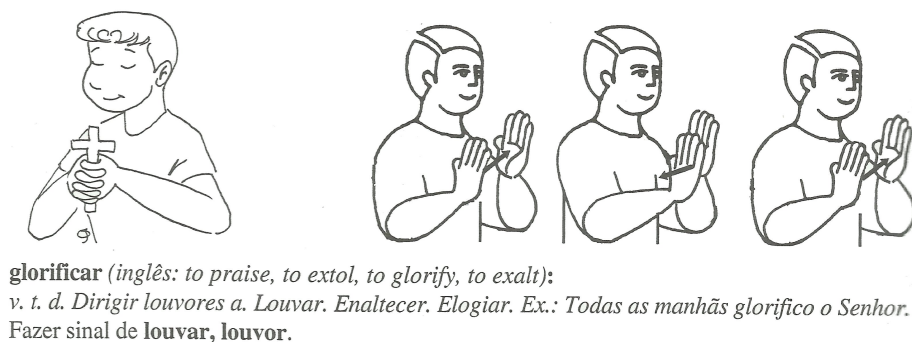


Figura 4.6: Representação visual da palavra glorificar em Libras. Fonte: Capovilla e Raphael [11].

O objetivo era que os participantes utilizassem os botões que representassem os gestos que desejassem utilizar. Os botões utilizados e suas respectivas ações são exibidos na Figura 4.7. A ação “rotacionar” foi subdividida, devido à necessidade de expressar a rotação de um objeto no espaço 3D. É importante notar que isto teria sido desnecessário se a interpretação de gestos no protótipo tivesse sido já implementada.

Inicialmente os participantes receberam instruções acerca do objetivo do experimento. As instruções eram compostas por um vídeo, uma descrição textual e uma imagem para cada gesto (Apêndice D). Estas instruções estavam disponíveis a partir do menu “ajuda” do aplicativo e poderiam ser acessadas pelo participante quantas vezes fossem necessárias. Após o recebimento das instruções, o participante era incentivado a interagir com o objeto 3D por meio dos gestos apresentados.

A Figura 4.8 mostra o ambiente de interface e interação desenvolvido para o visualizador. Inicialmente era mostrada uma tela, para que o participante pudesse escolher qual objeto desejava visualizar. Nessa tela todos os gestos disponíveis eram mostrados, como forma de não dirigir o participante ao botão a ser pressionado.

Após a seleção do objeto a ser visualizado era mostrada a tela apresentada na Figura 4.9, onde o participante podia, por meio dos botões, visualizar o objeto por todos os lados.



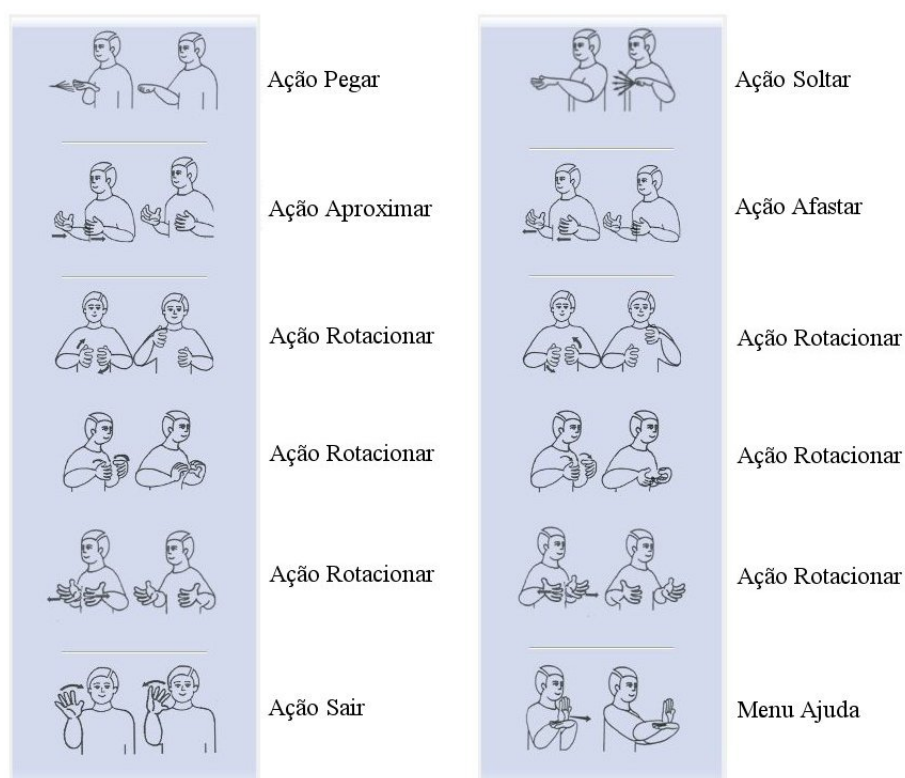


Figura 4.7: Lista de gestos e respectivas ações utilizadas na interação.

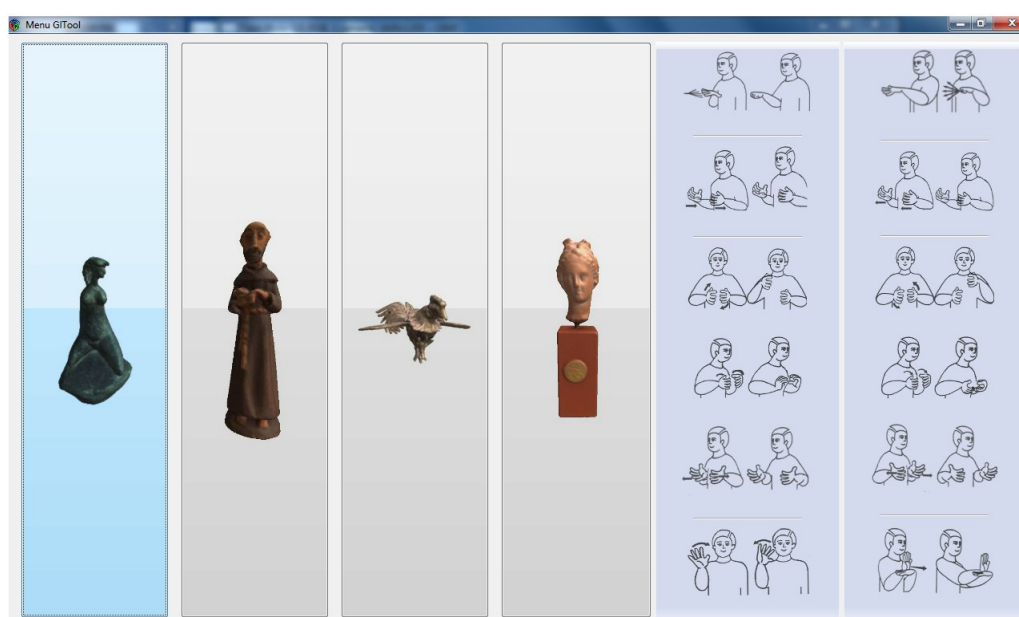


Figura 4.8: Interface desenvolvida para o visualizador 3D para a escolha de objetos a serem visualizados.

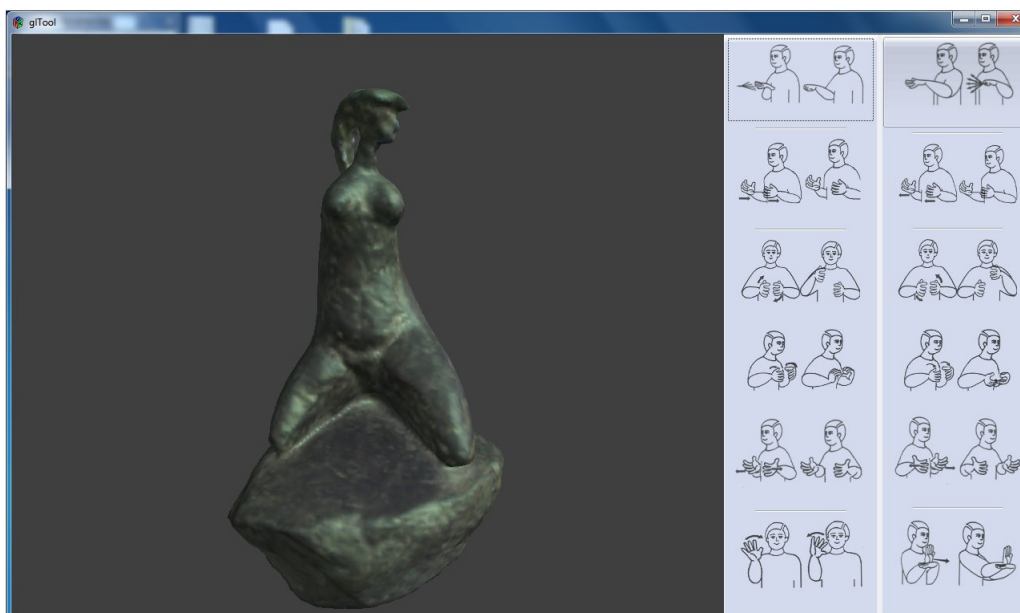


Figura 4.9: Interface desenvolvida para o visualizar o objeto 3D escolhido.

Ao final da interação era apresentado ao participante um questionário que buscava avaliar a adequabilidade dos vocabulário de gestos para a execução da tarefa e a satisfação do participante durante a interação. Os questionários podem ser encontrados nos Apêndices A e B.

#### 4.2.5 Execução do Experimento de Validação do Vocabulário de Gestos

A validação dos gestos escolhidos foi realizada com alunos e professores da Escola Municipal de Educação Especial para Surdos Prof<sup>a</sup>. Ilza de Souza Santos. Esta etapa seguiu os mesmos parâmetros de execução da etapa anterior. Participaram desta etapa um grupo de cinco pessoas, composto por 3 participantes do Grupo A, 1 participante do Grupo B e 1 participante do Grupo D. 5 é a quantidade de participantes considerada por Nielsen [22] o ideal para testes de usabilidade.

O primeiro ponto observado durante a validação foi a dificuldade em entender a tarefa a ser executada. Foram mostradas a cada participante as instruções presentes no menu “ajuda” com a mediação da intérprete, que fez a interpretação em tempo real. Em muitos casos, o participante só compreendeu completamente como utilizar o aplicativo após in-

teragir com ele por alguns instantes. Após esse período de adaptação, todos interagiram satisfatoriamente com os objetos selecionados.

Após a interação com os objetos, foi utilizado um questionário escrito para avaliar os gestos e as ações selecionados. Aos participantes não fluentes em Língua Portuguesa, a intérprete traduziu o questionário e as respostas obtidas, que foram anotadas na sua ficha individual.

Dos 5 participantes, 5 conseguiram realizar a tarefa solicitada e consideraram que os gestos disponíveis foram adequados à ação desempenhada. Destes, no entanto, 4 tiveram alguma dificuldade em identificar os gestos necessários para executar a tarefa. Nestes casos, boa parte das dificuldades estavam relacionadas ao fato de que eles tiveram dificuldades em entender a dinâmica para uso do programa, dificuldade externa ao que estava sendo avaliado, como registrado na Seção 4.2.4. Após alguns cliques eles conseguiram manter a interação normalmente, como pode-se notar pelo fato de todos terem conseguido visualizar os objetos desejados.

Para pegar um objeto na tela era necessário, primeiro que o participante selecionasse e depois clicasse no botão associado ao gesto correspondente à ação “pegar”. Esta dinâmica foi um fator complicador para 3 dos participantes, que demoraram a entendê-la. Alguns participantes consideraram que os gestos definidos para as ações “pegar” e “soltar” eram muito parecidos, o que acabou causando confusão no uso dos botões correspondentes.

Quanto às ações selecionadas para a aplicação 4 dos 5 participantes julgaram ser suficientes para a interação. 4 dos 5 participantes acharam que os gestos selecionados eram fáceis de ser reconhecidos. Muitos atribuíram os gestos selecionados para a interação ao seu sinal em Libras. Esta atribuição se dá devido ao fato de que muitos sinais da Libras, especialmente aqueles que envolvem ações espaciais, serem icônicos. No caso da ação “pegar”, o gesto selecionado corresponde ao verbo “pegar” em Libras.

Os vídeos utilizados no menu “ajuda” foram considerados relevantes pelos 5 participantes e todos gostaram de participar do experimento. Quando perguntados se havia algo a melhorar para que os surdos pudessem utilizar museus virtuais na internet a única ressalva manifestada se referia à semelhança dos gestos para pegar e soltar um objeto.

Avaliando melhor estes gestos, observamos que, mesmo no mundo real, são gestos muito parecidos, o que os difere normalmente é o fato de estarmos ou não com um objeto em mãos. Esta é uma questão que precisa ser aprofundada para as aplicações de interação gestual em museus virtuais.

### 4.3 Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou uma metodologia para a criação de vocabulários de gestos para sistemas computacionais em geral. Utilizou-se o caso de um museu virtual para a validação da metodologia com foco na comunidade surda.

O experimento para a identificação buscou utilizar objetos reais frequentemente encontrados em museus virtuais (vaso de papel, vaso de cerâmica e escultura) e objetos pequenos e sem uma utilidade clara (caixa, bola decorativa). Estes objetos possuem características variáveis (forma, dimensão, altura, utilidade, etc). Essas variáveis deveriam ter sido consideradas de forma exaustiva, no entanto, por se tratar de uma pesquisa exploratória não houve tempo hábil para estas avaliações.

Para a representação dos gestos para a validação do vocabulário utilizou-se um ambiente gráfico de interface e interação. De acordo com o experimento esta foi uma estratégia válida para que o participante visualizasse e manuseasse o objeto virtual. Uma vez que por utilizar uma forma de representação conhecida pela comunidade, com padrão “em espelho”, não foram identificados problemas com a lateralidade.

Os testes demonstraram que o método proposto foi efetivo para a criação do vocabulário de gestos, como provado pelo experimento de validação. Os gestos identificados a partir da observação do participante se mostraram fáceis de reconhecer, entender e foram compatíveis com as ações desempenhadas, requisitos essenciais para um sistema gestual ser, de fato, natural para o usuário.

Deve-se notar que o número de usuários envolvidos não permite a generalização dos resultados. No entanto, a nossa proposta foi concentrada em obter indicativos de dificuldades dos processos. Para este tipo de experiência, Nielsen [22] recomenda a participação de 5 usuários. Isso porque ele aponta que o teste com um usuário pode encontrar cerca de

30% dos problemas e, também, que cada novo teste traz menos problemas novos e os mais conhecidos, sendo 5 o número de usuários necessários para encontrar 85% dos problemas, sendo o melhor custo/benefício .

Dos 5 participantes, 5 conseguiram realizar a tarefa solicitada e consideraram que os gestos disponíveis foram adequados à ação desempenhada. Destes, no entanto, 4 tiveram alguma dificuldade em entender a dinâmica para uso do programa, dificuldade externa ao que estava sendo avaliado. Quanto às ações selecionadas para a aplicação, 4 dos 5 participantes julgaram ser suficientes para a interação e consideraram os gestos selecionados fáceis de ser reconhecidos.

Muitos atribuíram os gestos selecionados para a interação ao seu sinal em Libras. Esta atribuição se dá devido ao fato de que muitos sinais da Libras, especialmente aqueles que envolvem ações espaciais, serem icônicos. Não se pode afirmar que esta intersecção com a Libras ocorreria com ouvintes, este é um fator que deve ser investigado futuramente.

A partir dos experimentos foi possível observar que o entendimento da atividade é facilitado quando o sistema é mostrado em uso. Assim, ao invés de apresentar conteúdo textual, imagem e vídeo como ajuda, seria mais adequado disponibilizar um vídeo que mostre-o em interações típicas (em número apropriado para não comprometer o experimento). Após o uso do aplicativo por algum tempo, o usuário se adaptou ao ambiente.

Ao avaliar o gesto para as ações “pegar” e “soltar”, que foram consideradas por parte dos participantes muito parecidas, notou-se que tinha havido um erro ao criar a imagem correspondente à ação “soltar”. A imagem apresentada estava na ordem inversa das demais, o que pode ter ocasionado o mal entendo em relação ao seu significado. Com o intuito de utilizar o vocabulário de gestos em aplicações reais é necessário corrigir os problemas da interface, com a correção da imagem utilizada para a ação “soltar” (ver Figura 4.10) e melhor avaliação da dinâmica aplicada para a ação “pegar”.

Como as principais contribuições do presente trabalho, podemos ver o seguinte:

1. Representação de movimentos: a extensão da linguagem gráfica 2D para representar alguns movimentos que não estão presentes na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), porém, como discutimos antes, isso não seria de nenhuma utilidade em

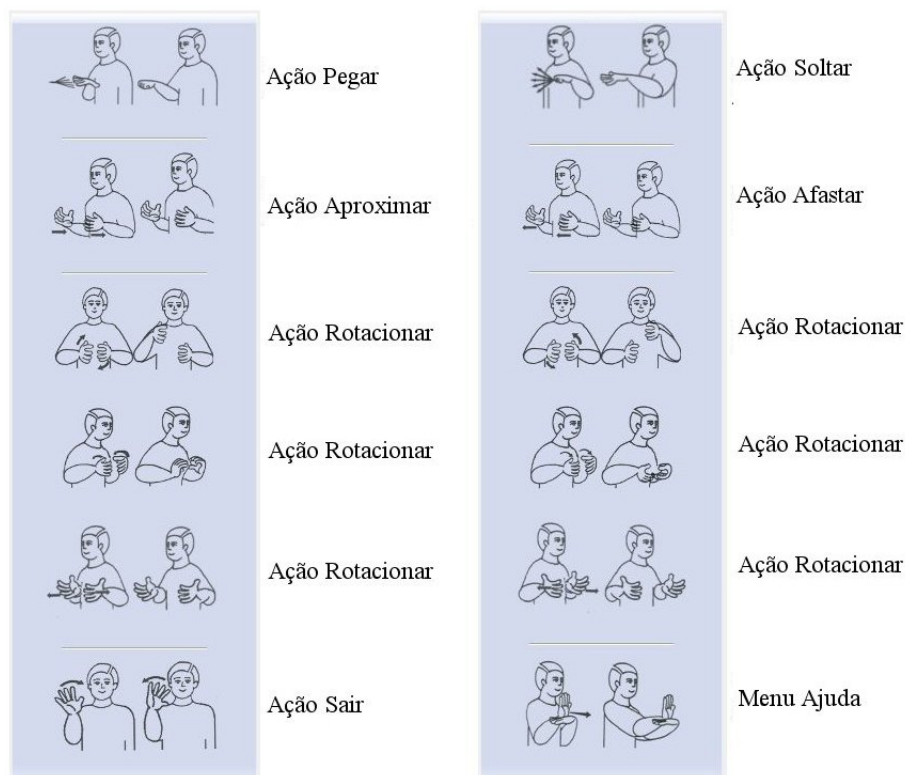


Figura 4.10: Lista de gestos e respectivas ações utilizadas na interação com o gesto referente à ação “soltar” corrigido.

“museus virtuais reais” (onde as capacidades de interpretação de imagem são implementadas);

2. A extensão do processo de Nielsen et al. [24] com um estado anterior - a observação de potenciais usuários interagindo com o cenário físico que motiva os usos virtuais inovadores. Esta etapa é especialmente crítica quando não há espaço para a inovação na transposição das tarefas físicas para ambientes virtuais, como é o caso dos museus virtuais;
3. A exemplificação de uma forma alternativa de levar os utilizadores potenciais para a fase de definição de gestos certos para o vocabulário sugerido por Saffer [31] através do planejamento e execução de um cenário físico para trazer *insights* sobre o espaço virtual inovador quando comparado com o físico real.

O uso das novas tecnologias de reconhecimento de gestos como o kinect pode tornar a experiência de visita a museus virtuais mais agradáveis para o usuário. Como trabalhos

futuros é proposta a aplicação deste vocabulário de gestos utilizando este dispositivo para a sua interpretação. Assim com uma extensão do estudo para identificação de gestos de propósito geral e dependentes de contexto. Isto evitaria os problemas introduzidos nas experiências pela necessidade de se utilizar uma representação 2D intermediando os movimentos 3D.

Um experimento crítico planejado é o que envolve surdos e não surdos, a fim de fazer uma análise comparativa dos resultados. Isso vai provar ou refutar a hipótese de que os resultados são extensíveis aos não surdos e, além disso, nos permitem ver se a cultura surda - que vê o mundo a partir de um prisma gestual -visual - traz alguma característica especial para a nossa cena.

Ainda para trabalhos futuros, propomos o planejamento e execução dos experimentos de criação e validação do vocabulário de gestos de forma estatística - cruzando exaustivamente objetos de diferentes variáveis (altura, peso, ...) e tomar uma amostra estatística.

Propomos também a aplicação da metodologia para a criação de vocabulários de gesto proposto pelo presente trabalho para outros tipos de aplicações interativas naturais a fim de verificar o seu grau de generalidade relacionada com domínios de aplicação e, também, para identificar se o conjunto de gestos e ações propostas aqui pode ser visto como conjunto *core* de gestos e ações de interação gestual interfaces de ambientes em geral.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO POR PARTE DO USUÁRIO.

PERFIL DO PARTICIPANTE (preenchido pelo participante)

Para conhecê-lo (a) melhor precisamos de algumas informações pessoais, que serão mantidas em sigilo.

1. Sexo:

☐ Masculino      ☐ Feminino

2. Complete a sua idade: \_\_\_\_\_ anos

3. Em qual série você estuda? \_\_\_\_\_

4. Qual o nível de sua surdez?

☐ Leve  
☐ Moderada  
☐ Severa  
☐ Profunda

5. Qual é o seu grau de conhecimento da Libras?

☐ Fluente  
☐ Avançado  
☐ Intermediário  
☐ Básico



6. Qual é o seu grau de conhecimento da Língua Portuguesa?

- ☐ Fluente
- ☐ Avançado
- ☐ Intermediário
- ☐ Básico

7. Qual é o seu tempo de experiência com o uso do computador:

- ☐ até 6 meses
- ☐ de 6 meses a 1 ano
- ☐ mais de 1 ano

## AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO GESTUAL (preenchido pelo participante)

1. Foi possível realizar a tarefa solicitada com os gestos disponíveis?

☐ Sim    ☐ Não

2. Você considera que os gestos disponíveis eram adequados às ações que tinham que ser realizadas sobre o objeto?

☐ Sim    ☐ Não

3. Você teve dificuldade em identificar os gestos necessários para executar a tarefa?

☐ Sim    ☐ Não

Se sim, quais dificuldades?

---

---

---

---

4. Você teve dificuldade em pegar e manusear o objeto para conhecê-lo?

☐ Sim    ☐ Não

Se sim, quais dificuldades? \_\_\_\_\_

5. Para a visualização, você teve/sentiu necessidade de algum gesto ou ação que não estivesse disponível?

☐ Sim    ☐ Não

Se sim, quais? \_\_\_\_\_

6. Você achou fácil reconhecer quais eram os gestos disponíveis?

☐ Sim    ☐ Não

7. Qual é a importância dos vídeos que apresentam os gestos disponíveis para uso?

- ☐ Totalmente relevantes.
- ☐ Relevantes.
- ☐ Irrelevantes.
- ☐ Indiferente.

8. O que você achou de bom e de ruim na experiência?

---

---

---

---

9. Gostou de participar da experiência?

- ☐ Sim    ☐ Não

---

---

---

---

10. Tem alguma sugestão para melhorar a interação para os surdos poderem utilizar museus disponíveis na internet?

---

---

---

---



## APÊNDICE C

### TERMO DE CONSENTIMENTO.

Nós, Lucineide Rodrigues da Silva, Laura Sánchez Garcia e Luciano Silva, responsáveis pela pesquisa “Interação Gestual para Visualização de Museus Virtuais”, agradecemos por participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende observar os gestos utilizados por alunos da Escola Municipal de Educação Especial para Surdos Prof<sup>a</sup>. Ilza de Souza Santos durante a visualização de um objeto real (ex. obras de arte). Acreditamos que por meio desta pesquisa poderemos escolher gestos mais naturais e intuitivos para a interação em um museu virtual, tornando acessível a pessoas não fluentes em língua portuguesa.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com a escola. Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Eu, \_\_\_\_\_ (nome completo do responsável), portador do CPF nº \_\_\_\_\_ após a leitura deste documento autorizo o menor \_\_\_\_\_ (nome completo do menor) a participar deste estudo.

---

Assinatura do responsável

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e

Esclarecido deste voluntário (ou de seu representante legal) para a participação neste estudo.

---

Assinatura do(s) responsável(eis) pela obtenção do Termo de Consentimento

## APÊNDICE D

### ROTEIRO COM AS INFORMAÇÕES FORNECIDAS AO PARTICIPANTE.

Muito obrigado pela sua presença.

Você está aqui hoje para ver se os gestos que eu selecionei podem ser usados para que os surdos possam visitar museus disponíveis na internet.

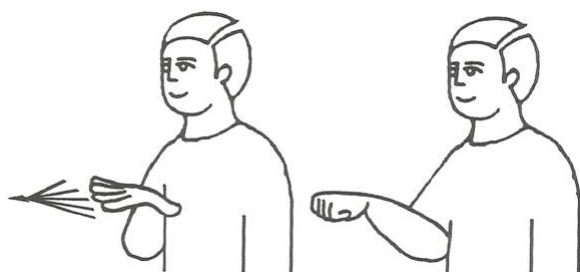
Você deverá visualizar o objeto de todas as formas que você precisar para poder descrevê-lo.

Para isso, você poderá usar os gestos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L descritos abaixo. Cada gesto é descrito por um texto, uma imagem e um vídeo. Para ver o vídeo clique sobre o mesmo.

Veja primeiro todos os gestos que você pode utilizar:

#### Ação Pegar

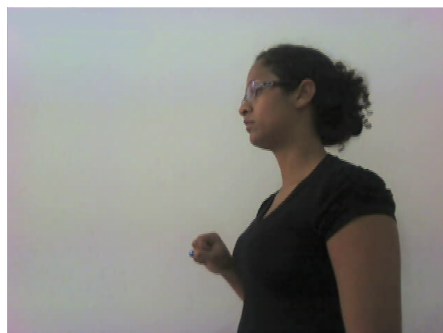
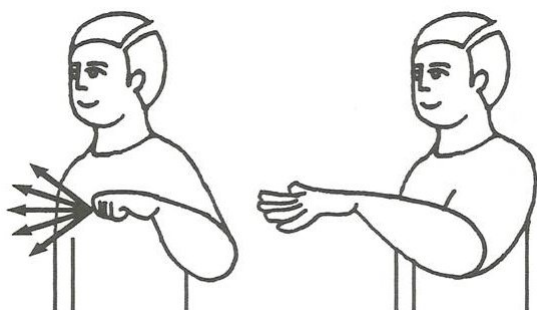
Com a mão direita horizontal aberta, palma levemente para baixo, mova-a para a frente fechando-a.



#### Ação Soltar

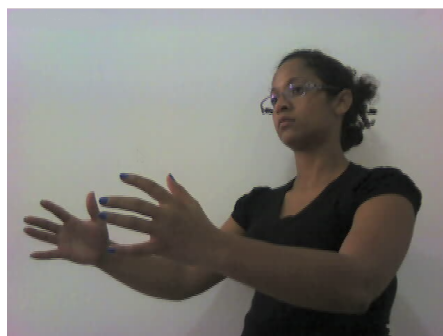
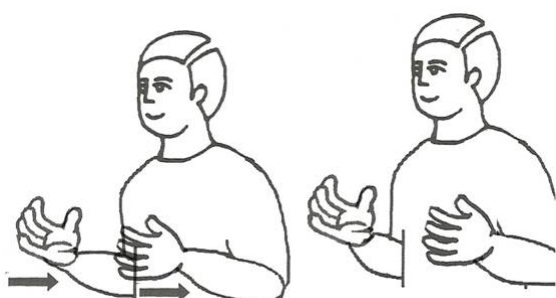
Com a mão horizontal fechada, palma levemente para baixo, mova-a para a frente abrindo-a.

a.



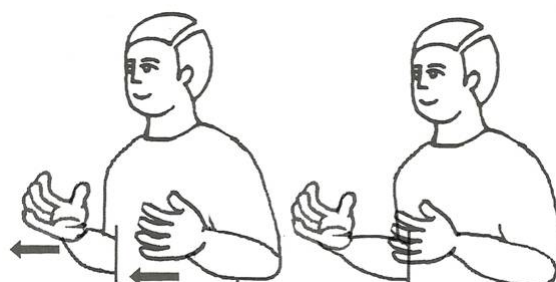
## Ação Aproximar

Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mova as mãos para trás em direção ao peito na horizontal.



## Ação Afastar

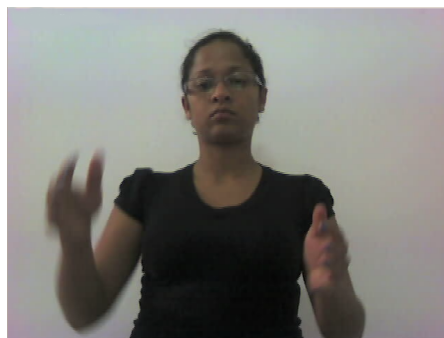
Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mova as mãos para a frente na horizontal.





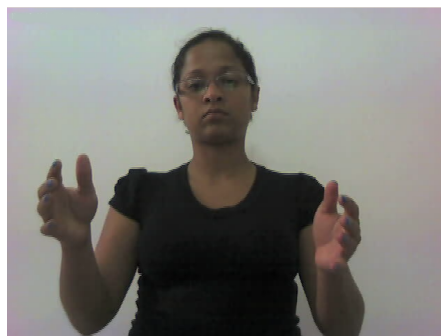
### Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mova as mãos em arcos alternados, para os lados e para cima em sentido anti-horário.



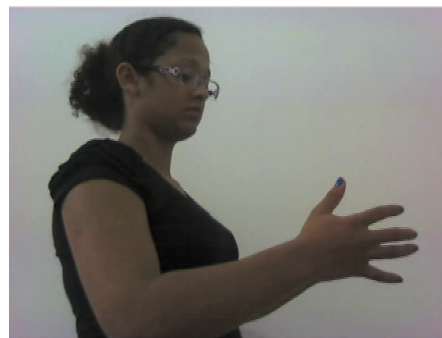
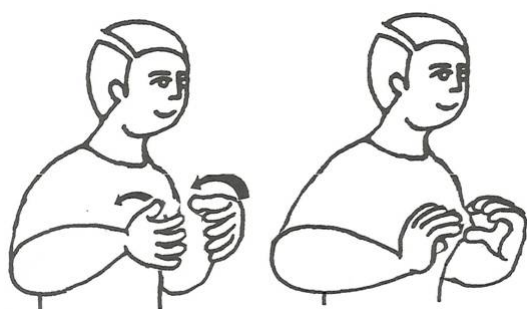
### Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mova as mãos em arcos alternados, para os lados e para cima em sentido horário.



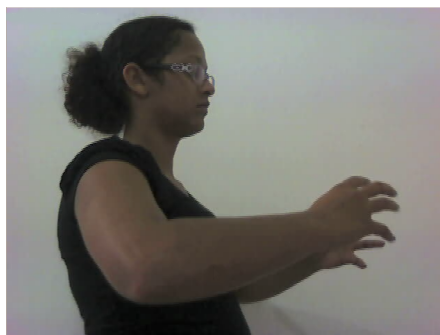
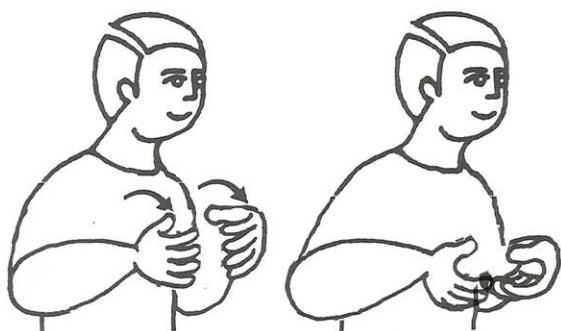
### Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, gire as mãos pelo pulso para trás.



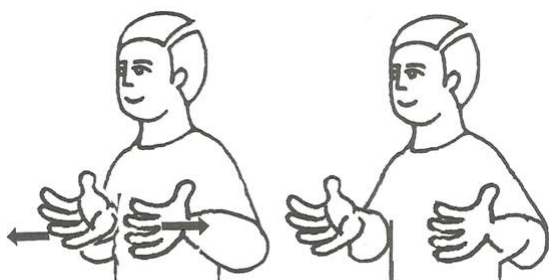
### Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, girar as mãos pelo pulso para a frente.



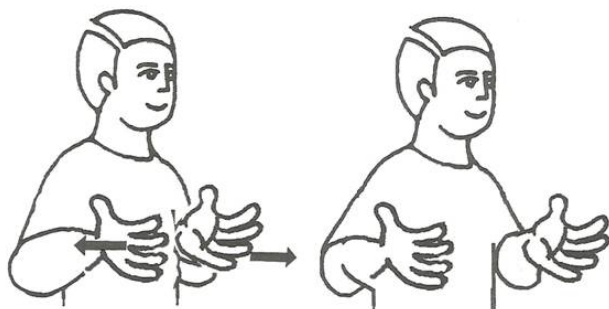
### Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas para cima inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mover as mãos em arcos alternados para a frente na horizontal em sentido anti-horário.



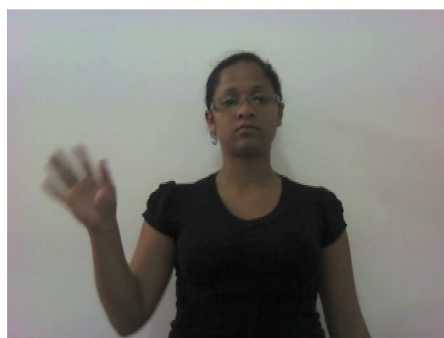
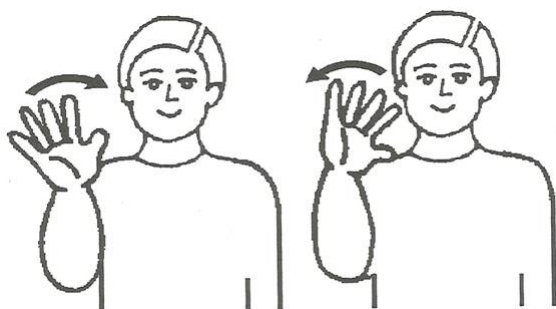
## Ação Rotacionar

Com as mãos horizontais abertas, palmas para cima inclinadas uma para a outra, dedos ligeiramente curvados, mova as mãos em arcos alternados para a frente na horizontal em sentido horário.



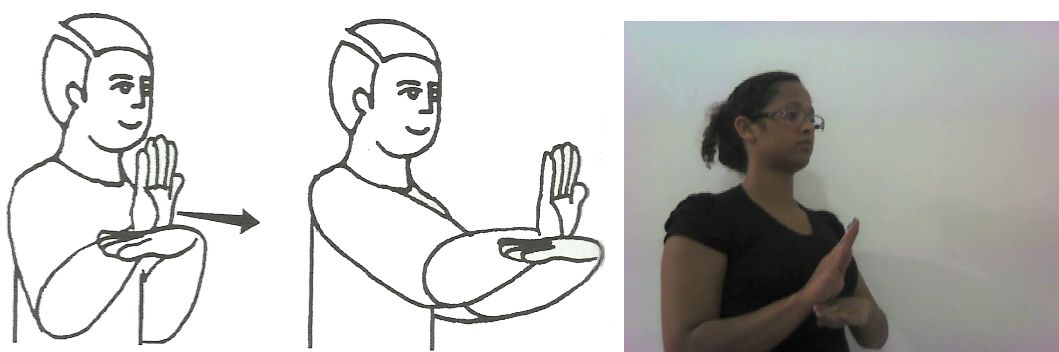
## Ação Sair

Com a mão direita vertical aberta, palma para a frente, em frente ao ombro direito, balançar a mão pelo pulso para a esquerda e para a direita.



## Ação Ajuda

Mão esquerda horizontal aberta, palma para baixo, dedos para a direita; mão direita vertical aberta, palma para a frente, tocando a base da palma na lateral do indicador esquerdo, movê-la para a frente.



Agora que você sabe os gestos que poderá usar, clique no botão do gesto que você precisar para pegar um dos objetos;

Você está vendo só um objeto?

Agora, clique, sucessivamente, nos gestos que levarem o objeto a diferentes posições, para que você consiga vê-lo de todos os jeitos possíveis.

Faça isso devagar, para observar a ação de cada botão sobre o objeto.

Como resultado da tarefa você vai nos entregar a descrição escrita ou por sinais do objeto que observou.

A tarefa será mais fácil se, ao clicar numa imagem, você observar o objeto e registrar o que você estiver vendo.

Ao final você vai me dar a sua opinião sobre o que você achou dessa experiência.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Era Virtual Museums. <http://www.eravirtual.org/pt/>.
- [2] Museu Oscar Niemeyer. <http://www.museuoscarniemeyer.org.br/visite/visita-virtual-3D>.
- [3] Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília. <http://www.museuvirtual.unb.br/index.htm>.
- [4] Museu Virtual de Ouro Preto. <http://www.museuvirtualdeouropreto.com.br/>.
- [5] Sistine Chapel. [http://www.vatican.va/various/cappelle/sistina\\_vr/](http://www.vatican.va/various/cappelle/sistina_vr/).
- [6] International Ergonomics Association. Definição internacional de ergonomia. *Ação Ergômica*, 3(2):3, September de 2008.
- [7] Maurice Van Beurden, Wijnand IJsselsteijn, e Yvonne de Kort. User experience of gesture-based interfaces: A comparison with traditional interaction methods on pragmatic and hedonic qualities. *the 9th International Gesture Workshop: Gesture in Embodied Communication and Human-Computer Interaction*, Athens, Greece, May de 2011.
- [8] Joshua Blake. *Natural User Interfaces in .NET*. Manning Publications, 2012.
- [9] Saša Bodiroža, Helman I. Stern, e Yael Edan. Dynamic gesture vocabulary design for intuitive human-robot dialog. *Proceedings of the Seventh Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI '12*, páginas 111–112, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [10] Maged N Kamel Boulos, Bryan J Blanchard, Cory Walker, Julio Montero, Aalap Tripathy, e Ricardo Gutierrez-Osuna. Web gis in practice x: a microsoft kinect natural user interface for google earth navigation. *International Journal of Health Geographics*, 10, 2011.

- [11] Fernando César Capovilla e Walkiria Duarte Raphael. *Dicionário Enciclopédico Ilustrado Trilíngue da Língua de Sinais Brasileira*. EdUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 2<sup>a</sup>edition, 2001.
- [12] Daniel Yoshinobu Takada Chino, Luciana A. S. Romani, Letricia P. S. Avalhais, Willian D. Oliveira, Renata Ribeiro do Valle Gonçalves, Caetano Traina Jr., e Agma J. M. Traina. The nina framework - using gesture to improve interaction and collaboration in geographical information systems. *ICEIS 2013 - Proceedings of the 15th International Conference on Enterprise Information Systems*, páginas 58–66, 2013.
- [13] Jan Dul e Bernard Weerdmeester. *Ergonomia Prática*. Edgard Blucher LTDA, 2<sup>a</sup>edition, 2004.
- [14] Luigi Gallo, Alessio Pierluigi Placitelli, e Mario Ciampi. Controller-free exploration of medical image data: experiencing the kinect. *24th International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, páginas 1 – 6, 2011.
- [15] Sukeshini A. Grandhi, Gina Joue, e Irene Mittelberg. Understanding naturalness and intuitiveness in gesture production: insights for touchless gestural interfaces. *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems, CHI '11*, páginas 821–824, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [16] Grupo Imago. Museu virtual 3d: Preservação digital de acervos culturais e naturais. <http://www.imago.ufpr.br/museu3d/>.
- [17] Bernard J. Jansen. The graphical user interface: An introduction. *ACM SIGCHI Bulletin*, páginas 22 – 26, 1998.
- [18] Maria Karam e M. C. Schraefel. *A Taxonomy of Gestures in Human Computer Interactions*. University of Southampton, Computing Service, 2005.
- [19] Johnny Chung Lee. In search of a natural gesture. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students - The Future of Interaction*, 16(4):9–12, junho de 2010.

- [20] Melhoramentos. *Michaelis Dicionário Escolar da Língua Portuguesa*. Melhoramentos, 2010.
- [21] Caroline Mazetto Mendes. Visualização 3d interativa aplicada à preservação digital de acervos naturais e culturais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2010.
- [22] Jakob Nielsen. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 1<sup>a</sup> edition, 1993.
- [23] Jakob Nielsen. Introduction to usability. <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>, 2003.
- [24] Michael Nielsen, Moritz Störring, Thomas B. Moeslund, e Erik Granum. A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for hci. Antonio Camurri e Gualtiero Volpe, editors, *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*, volume 2915 of *Lecture Notes in Computer Science*, capítulo 38, páginas 105–106. Springer Berlin / Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2004.
- [25] Donald A. Norman. *USER CENTERED SYSTEM DESIGN: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, capítulo 3, páginas 31 – 61. Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [26] Donald A. Norman. Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3):6–10, 2010.
- [27] Donald A. Norman e Jakob Nielsen. Gestural interfaces: a step backward in usability. *Interactions*, 17(5):46–49, setembro de 2010.
- [28] Jenny Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp, David Benyon, Simon Holland, e Tom Carey. *Human computer interaction*. Addison Wesley, 1994.
- [29] Matthias Rauterberg. *From Gesture to Action: Natural User Interfaces*, páginas 15–25. Technische Universiteit Eindhoven, 1999.
- [30] Heloisa Vieira Da Rocha e Maria Cecília Calani Baranauskas. *Design e Avaliação de Interfaces Humano - Computador*. NIED / UNICAMP, 2000.

- [31] Dan Saffer. *Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices*. O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [32] Eduardo Souza Santos, Edgard A. Lamounier, e Alexandre Cardoso. Interaction in augmented reality environments using kinect. *XIII Symposium on Virtual Reality*, páginas 112 – 121, 2011.
- [33] Ben Shneiderman e Catherine Plaisant. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley, 4<sup>a</sup>edition, 2004.
- [34] Alexandre Vrubel. Pipeline para reconstrução digital de objetos com scanners 3d de triangulação a laser: Aplicação na preservação digital de acervos naturais e culturais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2008.
- [35] Alexandre Vrubel, Olga Regina Pereira Bellon, e Luciano Silva. A 3d reconstruction pipeline for digital preservation. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 0:2687–2694, 2009.
- [36] Daniel Wigdor e Dennis Wixon. *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Morgan Kaufmann, 1<sup>a</sup>edition, 2011.



LUCINEIDE RODRIGUES DA SILVA

**METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO LÉXICO DE  
GESTOS: UM ESTUDO DE CASO DE MUSEU VIRTUAL  
EM UMA COMUNIDADE SURDA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>Laura Sánchez García

Co-Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva

CURITIBA

2013